

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-027714

(43)Date of publication of application : 30.01.2001

(51)Int.Cl.

G02B 6/12

G02B 6/13

G11C 13/04

G11C 17/00

(21)Application number : 2000-131181

(71)Applicant : MITSUBISHI CHEMICALS CORP

(22)Date of filing : 28.04.2000

(72)Inventor : TANAKA ASATO

KUBO HIDEYUKI

KOBAYASHI TOSHIHIRO

ISHIHARA HIROSHI

(30)Priority

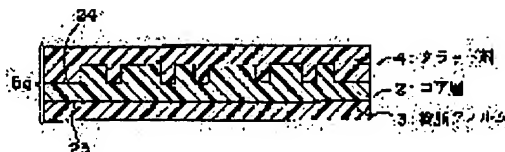
Priority number : 11131512 Priority date : 12.05.1999 Priority country : JP

## (54) OPTICAL MEMORY ELEMENT AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily produce an optical memory element at a low cost by forming a resin core layer and resin clad layers laminated on both faces of the resin core layer and forming a rugged pattern on at least one of the interfaces between the resin core layer and resin clad layers.

SOLUTION: The element has a resin core layer 2 and resin clad layers 3, 4 laminated on both faces of the resin core layer 2, and has a rugged pattern formed on at least one interface 24 of the interfaces 23, 24 between the resin core layer 2 and resin clad layers 3, 4. A plurality of optical waveguides 5a are laminated to constitute the memory element. Both of the core layer 2 and clad layers 3, 4 laminated are made of a resin, and are produced by using a hardening resin which can be hardened with light, heat or the like.



Therefore, the rugged pattern of a desired form can be easily formed without using steps of exposure, development or the like of a photoresist in a conventional method, and the optical memory element can be easily obtained at a low cost.

\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]An optical memory element comprising:

A core layer made of resin.

While offering a cladding layer made of resin laminated by double-sided part of this core layer made of resin, it is an uneven part at least to one side of an interface of this core layer made of resin, and this cladding layer made of resin.

[Claim 2]An optical memory element, wherein two or more optical guide members which offer an uneven part provided at least in one side of an interface of a core layer made of resin, a cladding layer made of resin laminated by double-sided part of this core layer made of resin, and this core layer made of resin and this cladding layer made of resin are laminated.

[Claim 3]The optical memory element according to claim 1 or 2, wherein this core layer made of resin comprises a desired hardenability resin material.

[Claim 4]An optical memory element given in any 1 paragraph of claims 1-3, wherein a cladding layer made of resin in which this uneven part was provided comprises a desired hardenability resin material.

[Claim 5]Via a core agent which changes from a desired hardenability resin material to La Stampa which has uneven shape on the surface, The 1st process of sticking a resin made film member used as the 1st cladding layer made of resin, The 3rd process of separating this core layer made of resin, and this resin made film member into one from the 2nd process of stiffening this core agent and forming a core layer made of resin, and this La Stampa, A manufacturing method of an optical memory element which offers the 4th process of forming the 2nd cladding layer made of resin on this core layer made of resin separated from this La Stampa, and is characterized by things.

[Claim 6]The 1st process of making La Stampa which has uneven shape applying and

hardening a core agent which comprises a desired hardenability resin material on the surface, and forming a core layer made of resin in it, The 2nd process of forming a resin film layer which applies and stiffens a clad resin film agent and functions as the 1st cladding layer made of resin on this core layer, A manufacturing method of an optical memory element which offers the 3rd process of separating this core layer and this resin film layer into one from this La Stampa, and the 4th process of forming the 2nd cladding layer made of resin on this core layer separated from this La Stampa, and is characterized by things.

[Claim 7]The 1st cladding layer made of resin, and a core layer made of resin laminated by this 1st cladding layer, Two or more layered products which offer an uneven part provided in the surface of this core layer are prepared, A manufacturing method of an optical memory element carrying out lamination adhesion of each of above-mentioned layered products with adhesives which function as the 2nd cladding layer made of resin laminated after adhesion between this core layer and a resin made film member of other layered products.

[Claim 8]This layered product via a core agent which changes from a desired hardenability resin material to La Stampa which has uneven shape on the surface, The 1st process of sticking a resin made film member used as the 1st cladding layer made of resin, A manufacturing method of the optical memory element according to claim 7 characterized by being manufactured by the 3rd process of dividing this core layer made of resin, and this resin made film member into one from the 2nd process of stiffening this core agent and forming a core layer made of resin, and this La Stampa.

[Claim 9]The 1st process of this layered product making La Stampa which has uneven shape on the surface applying and hardening a core agent which comprises a desired hardenability resin material, and forming a core layer made of resin, The 2nd process of forming a resin film layer which applies and stiffens a clad resin film agent and functions as the 1st cladding layer made of resin on this core layer, A manufacturing method of the optical memory element according to claim 7 manufacturing by the 3rd process of separating this core layer and this resin film layer into one from this La Stampa.

[Claim 10]A core layer made of resin, and a cladding layer made of resin laminated by double-sided part of this core layer, A manufacturing method of an optical memory element which prepares two or more layered products which offer an uneven part provided in one side of an interface of this core layer and this cladding layer, pastes up this cladding layer and a cladding layer of other layered products with adhesives, and is characterized by laminating each of above-mentioned layered products.

[Claim 11]This layered product via a core agent which changes from a desired hardenability resin material to La Stampa which has uneven shape on the surface, The 1st process of sticking a resin made film member used as the 1st cladding layer made of resin, The 3rd process of separating this core layer and this resin made film member into one from the 2nd

process of stiffening this core agent and forming a core layer made of resin, and this La Stampa, A manufacturing method of the optical memory element according to claim 10 manufacturing by the 4th process of forming the 2nd cladding layer made of resin on this core layer separated from this La Stampa.

[Claim 12]The 1st process of this layered product making La Stampa which has uneven shape on the surface applying and hardening a core agent which comprises a desired hardenability resin material, and forming a core layer made of resin, The 2nd process of forming a resin film layer which applies and stiffens a clad resin film agent and functions as the 1st cladding layer made of resin on this core layer, A manufacturing method of the optical memory element according to claim 10 manufacturing by the 3rd process of separating this core layer and this resin film layer into one from this La Stampa, and the 4th process of forming the 2nd cladding layer made of resin on this core layer separated from this La Stampa.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]Especially this invention relates to an optical memory element using an optical waveguide device, and a manufacturing method for the same about an optical memory element and a manufacturing method for the same.

[0002]

[Description of the Prior Art]Light is introduced into a flat-surface [ where the pattern was minced so that the predetermined scattered light might be produced recent years beforehand ] type optical waveguide, The art to which the exterior of an optical guide side is made to carry out image formation of the picture is proposed (references, such as IEEE Photon.Technol.Lett., vol.9, pp.958-960, and JULY1997). Namely, the core (layer) 101 which had a refractive index and thickness adjusted so that it may function as an optical waveguide as typically shown, for example in drawing 18, In the slab type optical waveguide device 100 which offers the clad (the 1st and the 2nd) (layer) 102 provided in those both sides (double-sided part) in the form which sandwiches this core layer 101, If light (laser beam) is introduced into the core layer (optical waveguide) 101 via the lens 103 when detailed unevenness exists in the interface of the core layer 101 and the cladding layer 102, a part of introductory lights will be scattered about in the concavo-convex portion, and it will come out outside through the cladding layer 102.

[0003]Therefore, if scattering intensity and a phase of light in which a specific picture carries out image formation to prescribed distance from an optical guide side (optical waveguide 101) are calculated and the detailed uneven pattern according to the calculation is beforehand engraved in the core layer 101, the exterior of an optical guide side can be made to carry out image formation of the desired picture. And for example, the scattered light which came out in the exterior of an optical guide side is received with the CCD television machine 104 installed

in the above-mentioned prescribed distance, and it is a two-dimensional digital pattern about an image formation picture. [For example, the pattern of the binary of light and darkness or the pattern of the multiple value by brightness (gray scale)] etc. It turns, and if it digital-signal-izes, desired image processing can be carried out to an image formation picture with the existing digital image processing unit (graphic display abbreviation).

[0004]When two or more above optical waveguide devices 100 are laminated, although the lights scattered by a certain optical waveguide 101 will cross the optical waveguide 101 of another optical waveguide device 100, Usually, since the refractive index difference of the core layer 101 and the cladding layer 102 is very small, most things for which the scattered lights are re-scattered about by the unevenness formed in another waveguide 101 cannot be found, and an image formation picture is not confused. Therefore, in proportion to the number of laminations, the image formation of many pictures and patterns can be carried out.

[0005]That is, the optical waveguide device 100 can be used as an optical memory element (ROM) which has the capacity proportional to the number of laminations. It is said that the capacity of about 1 G byte can be given and this optical memory element can be laminated to about 100 layers by one layer on theory.

Promising \*\* of being used in the future as a mass ROM which can respond to record of video, etc. enough is carried out.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]By the way, the above-mentioned detailed uneven pattern in the core layer 101 of the optical waveguide device 100 is formed by the following techniques, for example. That is, after applying photoresist first on the plate-like glass used as the cladding layer (the 1st) 102, etc. and forming a predetermined uneven pattern on the glass (cladding layer 102) by exposure and development of light or an electron beam, the core layer 101 is formed on the uneven pattern.

[0007]The core layer 101 in which the uneven pattern was formed is produced by this, and the optical waveguide device 100 for one layer (optical memory element) is produced by forming the 2nd cladding layer 102 further on this core layer 101. However, in the technique using such exposure and development, since production of the optical memory element 100 for one layer costs time and cost dramatically, in order to produce the mass optical memory element which laminated the optical memory element 100 to the multilayer, the technical problem that huge time and cost start occurs.

[0008]An object of this invention is to provide an optical memory element and a manufacturing method for the same which were originated in view of such a technical problem, and can realize the above optical memory elements easily and cheaply.

[0009]

[Means for Solving the Problem]For this reason, an optical memory element (claim 1) of this invention is characterized by providing an uneven part at least in one side of an interface of these core layers made of resin, and a cladding layer made of resin while it offers a core layer made of resin, and a cladding layer made of resin laminated by double-sided part of this core layer made of resin.

[0010]An optical memory element (claim 2) of this invention, An optical guide member which offers an uneven part provided at least in one side of an interface of a core layer made of resin, a cladding layer made of resin laminated by double-sided part of this core layer made of resin, and these core layers made of resin and a cladding layer made of resin is characterized by laminating more than one. It is preferred that a cladding layer made of resin in which it is preferred that the above-mentioned core layer made of resin comprises a desired hardenability resin material (claim 3), and the above-mentioned uneven part was provided here also comprises a desired hardenability resin material (claim 4).

[0011]Next, a manufacturing method (claim 5) of an optical memory element of this invention, Via a core agent which changes from a desired hardenability resin material to La Stampa which has uneven shape on the surface, The 1st process of sticking a resin made film member used as the 1st cladding layer, and the 2nd process of stiffening the above-mentioned core agent and forming a core layer made of resin, The 3rd process of separating a core layer made of resin and a resin made film member into one from above-mentioned La Stampa, and the 4th process of forming the 2nd cladding layer on a core layer made of resin separated from La Stampa in this way are offered, and it is characterized by things.

[0012]A manufacturing method (claim 6) of an optical memory element of this invention, The 1st process of making La Stampa which has uneven shape applying and hardening a core agent which comprises a desired hardenability resin material on the surface, and forming a core layer made of resin in it, The 2nd process of forming a resin film layer which applies and stiffens a clad resin film agent and functions as the 1st cladding layer made of resin on this core layer, The 3rd process of separating these core layers and resin film layers into one from above-mentioned La Stampa, and the 4th process of forming the 2nd cladding layer made of resin on a core layer separated from La Stampa are offered, and it is characterized by things.

[0013]A manufacturing method (claim 7) of an optical memory element of this invention, The 1st cladding layer made of resin, and a core layer made of resin laminated by this 1st cladding layer, Two or more layered products which offer an uneven part provided in the surface of this core layer are prepared, and it is characterized by carrying out lamination adhesion with adhesives which function as the 2nd cladding layer made of resin laminated after adhesion in each of these layered products between this core layer and a resin made film member of other layered products.

[0014]Here, each of above-mentioned layered products can be manufactured by the following



processes, for example (claim 8).

(1) Via a core agent which changes from a desired hardenability resin material to La Stampa which has uneven shape on the surface, The 3rd process of separating an above-mentioned core layer made of resin and a resin made film member into one from 1st process (2) 2nd process (3) La Stampa which sticks a resin made film member used as the 1st cladding layer made of resin, and each of above-mentioned layered products for example, [ of stiffening the above-mentioned core agent and forming a core layer made of resin ] It can also manufacture by the following processes (claim 9).

[0015](1) On a core layer of the 1st process (2) above which makes La Stampa which has uneven shape apply and harden a core agent which comprises a desired hardenability resin material on the surface, and forms a core layer made of resin in it, To the 3rd process pan which separates an above-mentioned core layer and a resin film layer into one from 2nd process (3) La Stampa which forms a resin film layer which applies and stiffens a clad resin film agent and functions as the 1st cladding layer made of resin. A manufacturing method (claim 10) of an optical memory element of this invention, A core layer made of resin, and a cladding layer made of resin laminated by double-sided part of this core layer, It is characterized by preparing two or more layered products which offer an uneven part provided in one side of an interface of these core layers and cladding layers, pasting up the above-mentioned cladding layer and a cladding layer of other layered products with adhesives, and laminating each layered product.

[0016]Here, each of above-mentioned layered products can be manufactured by the following processes, for example (claim 11).

(1) Via a core agent which changes from a desired hardenability resin material to La Stampa which has uneven shape on the surface, A resin made film member used as the 1st cladding layer made of resin. Each of above-mentioned layered products which are the 4th process of forming the 2nd cladding layer made of resin on a core layer of the 3rd process (4) above which separates an above-mentioned core layer and a resin made film member into one from 1st process (2) 2nd process (3) La Stampa to stick, [ of stiffening the above-mentioned core agent and forming a core layer made of resin ] It can also manufacture by the following processes (claim 12).

[0017](1) the 1st process (2) of making La Stampa which has uneven shape applying and hardening a core agent which comprises a desired hardenability resin material on the surface, and forming a core layer made of resin in it -- on this core layer, The 4th process of forming the 2nd cladding layer made of resin on a core layer of the 3rd process (4) above which separates an above-mentioned core layer and a resin film layer into one from 2nd process (3) La Stampa which forms a resin film layer which applies and stiffens a clad resin film agent and functions as the 1st cladding layer made of resin [0018]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, an embodiment of the invention is described with reference to drawings.

(A) \*\*\*\* of a 1st embodiment -- explain the manufacturing method of the optical memory element of a 1st embodiment first. As typically shown in introduction and drawing 1, the core agent 2 (for example, about  $n = 1.4894$  refractive index) is applied on La Stampa (original recording) 1. minced by the surface in the uneven shape (uneven pattern; pit) of the request according to the picture (information) which carries out image formation so that it may become predetermined thickness (for example, about 1.5 micrometers).

[0019] And by laying the resin film (resin made film member) 3 which serves as a cladding layer (the 1st) made of resin from on the calmly so that air bubbles may not enter, as shown in drawing 2, The resin film 3 is stuck on La Stampa 1 via the core agent 2 (above equivalent to the 1st process of claim 5). (lamination) As construction material of above-mentioned La Stampa 1, fundamentally, the thing of construction material with high hardness (for example, metal) is good so that the above-mentioned uneven pattern may not deteriorate.

[0020] Next, in the above-mentioned state, the core agent 2 is stiffened and the core layer 2 made of resin is formed (equivalent to the 2nd process of claim 5). At this time, the resin film 3 is pasted up on the core layer 2. Then, these resin films 3 and core layers 2 are exfoliated in one from La Stampa 1 (refer to drawing 3: equivalent to the 3rd process of claim 5). (as the layered product 5b) (separation) Thereby, the core layer 2 made of the resin in which the uneven pattern of La Stampa 1 was transferred (formation) is formed on the resin film (cladding layer) 3 (refer to drawing 4). The above-mentioned unevenness is scattered on a flat surface like the pit in CD (compact disk) actually, for example.

[0021] After the resin film 3 was made the above-mentioned core agent 2 and laid with the fluid here at the time of spreading to La Stampa 1 (attachment), As long as it is resin which can be stiffened, what kind of resin may be applied, but as a suitable substance, photo-setting resins, thermosetting resin, etc., such as ultraviolet curing nature resin, are mentioned, for example. However, when performing transfer by La Stampa 1 like \*\*\*\*, it is preferred to apply a photo-setting resin, for example, each resin of acrylic, an epoxy system, and a thiol system is good. In this embodiment, acrylic ultraviolet curing resin is used as optimal substance among these.

[0022] Although there are a spin coat method, the braid coat method, the gravure coating method, the die coat method, etc. in the coating method of the core agent 2 to La Stampa 1, for example, as long as it satisfies coating film thickness and homogeneity, what kind of coating method may be used. In this embodiment, since it is necessary to operate the resin film 3 as a cladding layer later not only as a base, it is transparent in a used light wavelength band, and, moreover, its thing in which the refractive index is slightly smaller than the refractive index of the core layer 2 is good. As long as intensity the optical characteristic, homogeneous [ of thickness ], and dynamic etc. allow, the thinner possible one of this resin film 3 is good.

Although it is for this making thin one thickness of the above-mentioned layered product 5b (as a result, the miniaturization of the optical memory elements 5A and 5B later mentioned by drawing 6 or drawing 7 is attained), In this embodiment, it is also for making it hard to enter in air bubbles in the core agent 2 which does not come out so much and is between the resin film 3 and La Stampa 1.

[0023]At namely, the process of laying the resin film 3 on La Stampa 1 to which the core agent 2 was applied (attachment). By making the core agent 2 contact little by little, bending the resin film 3, as shown in drawing 2, since it excels in pliability (plasticity) when the thickness of the resin film 3 is thin, It can deter that it becomes possible to make a mounting surface product increase slowly, air bubbles mix in the core agent 2, and an uneven pattern is not transferred by the portion. It enables this to form the core layer 2 of request thickness with a desired uneven pattern with sufficient accuracy.

[0024]For this reason, to the resin film 3 specifically, Amorphous polyolefin, such as polycarbonate and ARTON (made by Japan Synthetic Rubber Co., Ltd.), The thermoplastic resin film 3 which is excellent in optical properties, such as PET (polyethylene terephthalate) and PEN (polyethylenenaphthalate) (PEN is further excellent also in heat resistance) is preferred (especially). since each above PETs and PEN(s) can tend to obtain the film of uniform thickness, they are preferred -- it is -- what is methods, such as hot stretching or the solvent cast, and made these either a thickness of 100 micrometers or less, for example is good.

[0025]If thickness is more thick, when the plasticity of the resin film 3 becomes scarce and the resin film 3 is laid on the core agent 2, it will become easy to mix air bubbles. On the contrary, when the thickness of the resin film 3 is extremely thin, since it may be torn, for example when than 1 micrometer, and exfoliating the resin film 3 from La Stampa 1, it is not desirable. In this embodiment, above-mentioned ARTON is applied as an example.

[0026]Next, the cladding layer (the 2nd) 4 made of resin is formed on the core layer 2 of the layered product 5b which exfoliated from La Stampa 1 as mentioned above by drawing 3 (refer to drawing 5: equivalent to the 4th process of claim 5). This cladding layer 4 is transparent in the wavelength band of a use laser beam, and if the refractive index  $n$  is a substance (resin) slightly smaller than the core agent 2, it is [ anything ] good, but if it applies the clad agent made of various resin, it is simple. For example, after applying the clad agent which melted in the solvent the desired resin which functions as the cladding layer 4 on the core layer 2, After making it dry, forming the cladding layer 4 and applying the clad agent which comprises a photo-setting resin, thermosetting resin, etc. on the core layer 2 like the formation technique of the core layer 2, it is good also as the cladding layer 4 to make it harden.

[0027]However, the latter technique is able to form the cladding layer 4 rather than the technique of the former which needs a drying process for a short period of time. So, at this

embodiment, for example on the core layer 2, after applying acrylic ultraviolet curing resin whose refractive index  $n$  is about 1.4880 by a thickness of about 15 micrometers, the cladding layer 4 is formed by irradiating with ultraviolet rays. It turns out experimentally that the refractive index  $n$  after hardening of the cladding layer 4 and the core layer 2 which were formed on the above conditions is set to about 1.5225 and 1.5300, respectively.

[0028]The cladding layers 3 and 4 made of resin laminated at the double-sided part of the core layer 2 made of resin, and this core layer 2 made of resin as shown in drawing 5 by the above, The optical memory element 5a (slab type optical waveguide device: optical guide member) for one layer which offers the uneven part in which the interfaces 23 and 24 of these core layers 2 made of resin and the cladding layers 3 and 4 made of resin were formed on the other hand (interface 24) is constituted.

[0029]About the thickness of the core layer 2 and the cladding layer 4. Only the thickness on which not the thing limited to the above-mentioned numerical example but the core layer 2 and the cladding layer 4 function as an optical waveguide should be secured, for example, if a used light wavelength band is a wavelength band of visible light, It is thought that the thickness of the core layer 2 is set to 3.0 micrometers or less (for example, 0.5 micrometer - about 3.0 micrometers) (the antecedent basis is mentioned later). In this case, although there is no restriction in particular about the thickness of the cladding layer 4, if it takes into consideration making thin thickness when [ whole ] the optical memory element 5a is laminated so that it may mention later, it is preferred to use 100 micrometers or less. It seems that it will dare to be set to 0.1 micrometers or more if a minimum is specified.

[0030]And the slab type optical waveguide device 5a manufactured as mentioned above. As it prepares (it only being hereafter written as "the optical waveguide 5a" or "the layered product 5a"), for example, is typically shown in drawing 6, [ two or more (for example, thing by which unevenness of a different pattern according to the picture which carries out image formation, respectively was transferred) ] When the cladding layer 4 and the resin film (cladding layer) 3 of other optical waveguides 5a are pasted together with the adhesives (layer) 6, respectively and each optical waveguide 5a is laminated, the optical memory element 5A of the multilayer structure which has a storage capacity according to the number of laminations is constituted.

[0031]Namely, while offering the core layer 2 made of resin, and the cladding layers 3 and 4 made of resin laminated by the double-sided part of this core layer 2 made of resin, The optical memory element 5A of the interfaces 23 and 24 of these core layers 2 made of resin and the cladding layers 3 and 4 made of resin from which two or more \*\*\*\* optical waveguides 5a are laminated and which an uneven part provides on the other hand (interface 24) at least, and they comprise is constituted.

[0032]There is no necessity that that refractive index not necessarily applies the thing of a specific value in the adhesives 6 in this case so that it may mention later, and as long as it

does not separate simply after adhesion transparently in a used light wavelength band, what kind of thing may be applied. For example, the adhesives 6 of various kinds of molds, such as a photo-curing type, a heat-hardened type, a room-temperature-curing type, a hot melt type, and 2 liquid hybrid model, can be applied, and there are acrylic, an epoxy system, a cyanoacrylate system, a urethane system, an olefin system, etc. as construction material. However, it is good to select combination with sufficient adhesion affinity in consideration of the construction material of the resin film 3 and the cladding layer 4.

[0033]And the optical memory element 5A constituted like \*\*\*\* is cut using a dicing saw etc. in the size of about 2 cm x 3 cm of every direction, for example, If the outputted ray of a semiconductor laser with a wavelength of about 680 nm and an intensity of about 5 mW is extracted to the light flux of 5 micrometers x 5 mm of every direction and is inputted into a certain core layer 2 combining a lens, it will spread, while the input light is slightly scattered about in the concavo-convex portion of the interface 24. The scattered light at this time is spread to each of a sliding direction to input light (penetration), and is eventually emitted to the exterior from the double-sided part of the optical memory element 5A.

[0034]If this light is received and observed with a CCD television machine, it can check that the early picture which carries out image formation is acquired. Although concavo-convex Pan according to a picture different, respectively is transferred by each core layer 2, it is also checked experimentally that it can read independently by changing the core layer 2 which enters a laser beam, without each picture interfering mutually.

[0035]As mentioned above, according to this embodiment, the core layer 2 and the cladding layers 3 and 4 which were laminated all by the product made of resin. And since the hardening resin which can be hardened with light, heat, etc. is used for the core layer (core agent) 2 in which unevenness is formed, Even if it does not use exposure of photoresist, a development, etc. like before, the transfer from La Stampa 1 enables it to form unevenness of desired shape in the interface 24 of the core layer 2 and the cladding layer 4 easily.

[0036]Therefore, mass production of the optical waveguide 5a for one layer (optical memory element) is attained, and the optical memory element 5a can be provided easily (for short period of time), and cheaply conventionally. Thereby, the optical memory element 5A of the multilayer structure (large scale) which has the capacity according to the number of laminations is also a short period of time very much, and can be realized cheaply. By the way, the optical memory element of multilayer structure which was mentioned above, the layered product 5b (refer to drawing 4) in the state produced even at the 4th aforementioned process where the cladding layer 4 is not formed -- it being got blocked and with the cladding layer (the 1st) 4 made of resin. It is possible to constitute, even if it uses the layered product 5b which offers the core layer 2 made of resin laminated by this cladding layer 4 and the uneven part provided in the surface of this core layer 2.

[0037]That is, as typically shown in drawing 7, two or more each of above-mentioned layered products 5b are prepared, and lamination adhesion of each layered product 5b is carried out with the adhesives (layer) 7 which function as the cladding layer (the 2nd) 4 made of resin after adhesion. For this reason, the transparent thing in which a refractive index has the value same in the cladding layer 3 and abbreviation slightly smaller than the core layer 2 is used for the above-mentioned adhesives 7. While this offers the core layer 2 made of resin, and the cladding layers 3 and 4 (adhesives 7) made of resin laminated by the double-sided part of this core layer 2 made of resin, The optical memory element 5B from which two or more slab type optical waveguide devices (optical guide member) 51 of the interfaces 23 and 24 of these core layers 2 made of resin and the cladding layers 3 and 4 made of resin with which the uneven part was provided on the other hand (interface 24) at least are laminated and which they comprise is constituted.

[0038]Thus, in the above-mentioned manufacturing method, since it functions as the cladding layer 4 after the adhesives layer's 7 pasting up, As mentioned above by drawing 5, as compared with the case (optical memory element 5A: refer to drawing 6) where the layered product 5a in which the cladding layer 4 was formed beforehand is laminated, thickness of the whole optical memory element 5B can be made thin, and the further miniaturization can be attained. Although the core agent 2 is applied and the resin film 3 is laid from on the on La Stampa 1 in the embodiment mentioned above in the process (the 1st process: refer to drawing 1) for forming the core layer 2, For example, the resin film 3 which applied the core agent 2 may be laid on La Stampa 1, and these may be pasted together where the core agent 2 is applied to the resin film 3 and the both sides of La Stampa 1.

[0039]However, as mentioned above, the core agent 2 is applied on La Stampa 1, and it becomes easy for the direction in which the resin film 3 is calmly laid from on the so that air bubbles may not enter to keep the thickness of the core layer 2 uniform.

(B) Explain the manufacturing method of the optical memory element as a 2nd embodiment of explanation of a 2nd embodiment, next this invention using the typical sectional view shown in drawing 8 - drawing 10. Since each thing which gave numerals as stated above and identical codes to below expresses the thing the same as that of a thing as stated above, or same, it omits about the detailed explanation by the construction material, size, etc.

[0040]First, at this embodiment, as shown in drawing 8 (A), after applying the core agent 2 on La Stampa 1 by predetermined thickness (for example, 0.5 micrometer - about 3.0 micrometers), the core layer 2 made of resin is formed by irradiating with ultraviolet rays and stiffening the core agent 2 (equivalent to the 1st process of claim 6). . Subsequently, as shown, for example in drawing 8 (B), change from ultraviolet curing resin to the surface of the core layer 2. Clad agent (clad resin film agent) 3' which has the refractive index  $n$  slightly smaller than the core agent 2 (for example,  $n = 1.4894$ ) is applied, Resin film layer 3' which stiffens this

by UV irradiation and functions as a cladding layer (the 1st) made of resin is formed (equivalent to the 2nd process of claim 6).

[0041]Here, as ultraviolet curing resin used for this clad resin film agent 3', urethane acrylate is preferred, for example. The thickness of resin film layer 3' formed, In order to earn the number of laminations in the thickness with the multilayer optical memory 5C and 5D same like the case of the resin film 3 mentioned above later mentioned by drawing 9 or drawing 10, It is better not to make it thin too much from balance with dynamic intensity (it is intensity required at the time of the exfoliation from La Stampa 1 so that it may mention later especially), although the thinner possible one is good. It is desirable to use about 10 micrometers ideally.

[0042]Next, as shown in drawing 8 (C), these core layers 2 and resin film layer (cladding layer) 3' are exfoliated in one from La Stampa 1 (equivalent to the 3rd process of claim 6) (as the layered product 5c) (separation), As shown in drawing 8 (D) and drawing 8 (E), apply the clad agent 4 to the surface of separation (surface of the core layer 2) by predetermined thickness (for example, a thickness of about 15 micrometers), it is made to harden the clad agent 4 by UV irradiation, and the cladding layer (the 2nd) 4 is formed in it (equivalent to the 4th process of claim 6). The same thing as clad resin film agent 3' may be used, and as long as it has an optical property equivalent to resin film layer (cladding layer) 3' after hardening (when it becomes the cladding layer 4), other resins may be applied to the above-mentioned clad agent 4.

[0043]As shown in drawing 8 (E), by the above process The core layer 2 made of resin, 5 d of optical memory elements (one-layer optical memory; slab type optical waveguide device) for one layer which offers the unevenness (pit) in which cladding layer 3' made of resin laminated by the double-sided part, 4, and these core layers 2, cladding layer 3', interface 23' of 4 and 24 were provided on the other hand (interface 24) are produced. The core layer 2 under the above-mentioned conditions, cladding layer 3', and the refractive index  $n$  of 4 are set to about 1.5300 and 1.5225, respectively.

[0044]Clad resin film agent 3' by that is, the thing made to apply and harden instead of laying the resin film (\*\* cladding layer) 3 in the surface of the core layer 2 like a 1st embodiment in the manufacturing process of a 2nd embodiment (lamination). Resin film layer 3' which achieves a function equivalent to the above-mentioned resin film 3 is formed. Thereby, the laminating process of the resin film 3 mentioned above becomes unnecessary (that is, it is not necessary to lay the resin film 3 in the surface of the core layer 2 slowly).

[0045]Therefore, while the same advantage as a 1st embodiment is acquired and also being able to attain further shortening of a manufacturing period, it can prevent more effectively air bubbles mixing between the core layers 2. Since clad resin film agent 3' is applied from on that after stiffening the core agent 2 and forming the core layer 2 in this case especially, it is possible to prevent mixing of air bubbles nearly thoroughly.



[0046]It is also possible to control the thickness freely by changing the coating film thickness of above-mentioned clad resin film agent 3' unlike the case where the resin film 3 is used.

Although the resin film 3 is not created in pure environments, such as a clean room, but the foreign matter (impurity) is generally mixing it in many cases, if it is clad resin film agent 3' which comprises the ultraviolet curing resin mentioned above, Since it can filter, it is possible to remove easily the foreign matter in resin film layer (cladding layer) 3' by applying and hardening, after filtering.

[0047]The resin film 3 is a meaning which films stick and generally prevents \*\*\*\* since it is rolled round by the roll etc. at the time of production, Although smoothness is [ that surface roughening of at least one surface part is carried out in many cases ] bad, if the technique of applying and hardening clad resin film agent 3' is taken as mentioned above, the smoothness (homogeneity of thickness) of resin film layer (cladding layer) 3' will also improve.

[0048]That is, it is possible to form resin film layer 3' in which the homogeneity of the optical property of resin film layer (cladding layer) 3' improved substantially, and had a desired optical property by taking a technique which was mentioned above with sufficient accuracy. When the resin film 3 serves as a cladding layer like a 1st embodiment especially, Since an optical property will change that surface roughening of the surface part is carried out as mentioned above [ while ], and film thickness is uneven with places, very severe conditions (homogeneous optical property of thickness, etc.) are required from the resin film 3, but. It is possible to also meet such a severe demand enough by taking the technique mentioned above, and the effect is greatest. The above point is applied also about the core agent 2.

[0049]And if a laser beam is inputted into a certain core layer 2 also in the optical memory element 5d constituted like \*\*\*\* as mentioned above in a 1st embodiment, The input light is slightly scattered about in the concavo-convex portion of the interface 24, the scattered light penetrates to each of a sliding direction, eventually, it is emitted to the exterior from the double-sided part of the optical memory element 5d, and the early picture according to the uneven pattern of the core layer 2 carries out image formation.

[0050]Although spreading and the technique to harden of clad resin film agent 3' which comprises ultraviolet curing resin although resin film layer 3' is formed are taken in the above-mentioned example, the technique of applying and drying what dissolved the desired resin material which functions as cladding layer 3' in the solvent, for example may be taken. As shown, for example in drawing 9, also in a 2nd embodiment 5 d of the above-mentioned one-layer optical memory 2, i.e., the core layer made of resin, Cladding layer 3' made of resin laminated by the double-sided part of this core layer 2, and 4, If two or more 5 d of layered products which offer these core layers 2, cladding layer 3', interface 23' of 4, and the uneven part in which 24 was provided on the other hand (interface 24) are prepared and lamination adhesion of 5 d of each of these layered products is carried out via the adhesives 8, the optical



memory element (multilayer optical memory) 5C is constituted.

[0051]Namely, while offering the core layer 2 made of resin, and cladding layer 3' made of resin laminated by the double-sided part of this core layer 2 and 4, . Two or more these core layers 2 and cladding layer 3', interface 23' of 4, and 5 d of slab type optical waveguide devices (optical guide member) of 24 with which the uneven part was provided on the other hand (interface 24) at least are laminated, and change. The optical memory element (multilayer optical memory) 5C is constituted (equivalent to the manufacturing method of claims 10 and 12).

[0052]The layered product 5c shown in drawing 8 (D) on the other hand as shown in drawing 10, i.e., cladding layer (the 1st) 3' made of resin, Two or more layered products 5c which offer the core layer 2 made of resin laminated by this cladding layer 3' and the uneven part provided in the surface of this core layer 2 are prepared, If lamination adhesion of each of these layered products 5c is carried out with the adhesives 7 which function as the cladding layer 4, the optical memory element (multilayer optical memory) 5D is constituted.

[0053]Namely, while offering the core layer 2 made of resin, and cladding layer 3' made of resin laminated by the double-sided part of this core layer 2 and 4 (adhesives layer 7), The multilayer optical memory 5D from which two or more these core layers 2, cladding layer 3', interface 23' of 4, and 5 d of slab type optical waveguide devices (optical guide member) of 24 with which the uneven part was provided on the other hand (interface 24) at least are laminated and which they comprise is constituted (equivalent to the manufacturing method of claims 7 and 9).

[0054]Since purity of shortening of the manufacturing period of 5 d (or layered product 5c) of one-layer optical memory and cladding layer 3' and improvement in smoothness are achieved as mentioned above in any case, the multilayer optical memory 5C and an advantage with the same said of 5D are acquired. However, it is that (it is made to serve a double purpose) on which the adhesives 7 function as the cladding layer 4, and in the case of the same number of laminations, in the case of the multilayer optical memory 5D shown in drawing 10, the whole thickness is reducible, and a large miniaturization is more possible for it than the multilayer optical memory 5C.

[0055]If a laser beam is inputted into a certain core layer 2 also in each of such multilayer optical memory 5C and 5D as mentioned above in a 1st embodiment, The input light is scattered about in the concavo-convex portion of the interface 24, the scattered light penetrates to each of a sliding direction, eventually, it is emitted to the exterior from the double-sided part of the multilayer optical memory 5C and 5D, and the early picture according to the uneven pattern of the core layer 2 carries out image formation.

[0056](C) In addition (C1) in the optical memory elements 5A-5D mentioned above about the formation point of the uneven pattern, all, although the uneven pattern is provided in the

interface 24 of the core layer 2 and the cladding layer 4, This invention may not be limited to this, for example, may be provided in the interface 23 (23') of the core layer 2 and the cladding layer 3 (3'), and may be prepared for the both sides of the field sides 23 (23') and 24. That is, what is necessary is just to have the structure where the input light which spreads the core layer 2 can be scattered.

[0057](C2) When producing the above-mentioned optical memory elements 5A-5D again about the direction which pastes a layered product together, a uniform direction may be sufficient as the direction which pastes together the layered products 5a-5d, and the direction which is different like alternate \*\* may be sufficient as it. In order to secure physical intensity, the plate used as a supporting board, etc. may be pasted together together. For example, lamination adhesion of the plate of a number may be suitably carried out into the surface or the optical memory element 5A - 5D. However, when the optical memory elements 5A-5D or a layered products [ 5a-5d ] part is monotonously put from both sides, on the other hand (external emission surface of the scattered light), it must be transparent at least in a used light wavelength area.

[0058](C3) that the solvent which dissolves the aforementioned resin (resin which functions as the core layer 2, the cladding layer 3, 3', 4, 7, etc.) about the solvent which dissolves resin has the good solubility of \*\* resin, for example, and \*\* -- a certain grade -- it selects in consideration of three points of the steam pressure in having the high boiling point and \*\* ordinary temperature. Here, the conditions of above \*\* and \*\* are important when using a spin coat method as a coating method.

[0059]As an example, toluene, styrene, methyl ethyl ketone, ethylcellosolve, etc. are applicable, for example. Resins are hardenability resins, and if viscosity is low enough, applying without dissolving in a solvent is also possible.

(C4) The example of the record reproduction principle by the uneven pattern (recording pattern) of the above formed in the core layer 2 here using La Stampa 1 about a recording pattern and a record reproduction principle and its recording pattern is explained in full detail. Subsequent explanation Since it is not based on the difference in the one-layer optical memory 5a, 5d, and 51 which [an item (C5) or subsequent ones is included] mentioned above, or the multilayer optical memory 5A-5D and is not based on the aforementioned cladding layer 3, 3', and the difference between 4 and 7, either, Below, it will write collectively the optical memory element (medium) 5 and the cladding layer [ these ] 10, respectively.

[0060]As typically shown, for example in drawing 11, it is actually recorded on the core layer 2 of the medium 5 as a data pattern of the picture to which image formation of the square of several microns around is carried out [ aggregate / of this pixel ] as 1 pixel of foundations. Although the size in particular of a pixel is not restricted, it is made into the square of 2 micrometers x 1 pixel = 2 micrometers as an example by this drawing 11.

[0061]Here, one pixel has "intensity information" and the "topology" over which light (waveguide light) is scattered, respectively. If it explains concretely, as typically shown in drawing 12, respectively, two or more parallel slots (pit) will be first formed in each pixel at equal intervals. This slot is vertically formed to the waveguide side of light. The pitch (interval of a slot and a slot formed in parallel) of this slot is formed so that it may become equal to the wavelength (it is equivalent to  $\lambda/n$  in the wavelength in the air when the refractive index of  $\lambda$  and the core layer 2 is set to  $n$ ) of the light which guides the inside of the core layer 2.

[0062]And according to the "intensity information" over which waveguide light is scattered, each of these slots are intermittent and are formed. For example, like [ to make scattering intensity of waveguide light into the maximum ] the pixel shown with the numerals 11 in drawing 12, a slot is formed without breaking off and a slot is formed in the shape of [ of the length according to scattering intensity ] a wavy line like the pixel shown with the numerals 12-14 in drawing 12 to use scattering intensity not more than it. That is, "intensity information" of the scattered light is expressed by the total distance of the length of the slot minced in 1 pixel. This the "intensity information" can actually obtain a part for tens gradation.

[0063]On the other hand, the "topology" over which waveguide light is scattered is expressed by the starting position of the above-mentioned slot in a pixel. That is, the position which separated the pixel end by one wave of waveguide light from the phase 0 and this pixel end is considered to be the phase  $2\pi$ , and "topology" is expressed with where [ of  $0-2\pi$  ] the starting position of the first slot comes from the above-mentioned pixel end. Therefore, the positions of a slot differ between the adjoining pixels. It is possible too also about this "topology" to obtain a part for tens gradation.

[0064]Therefore, it forms in La Stampa 1 by using as a recording pattern the pattern of a slot according to "intensity information" and the "topology" which were acquired by calculating above-mentioned "intensity information" and "topology" according to picture information to carry out record reproduction, By forming in the core layer 2 with the manufacturing method which mentioned the recording pattern above, desired picture information is recordable on the optical memory element 5. And it is that from which the scattered light in the above-mentioned recording pattern of that waveguide light carries out image formation externally, and the recorded picture information is read by making the core layer 2 of this optical memory element 5 guide light (reproduced).

[0065]The above-mentioned width and depth of a slot are determined in consideration of the scattering efficiency of light, respectively. Since there is generally a tendency for re-dispersion by other layers of the scattered light to arise, and for a noise to also become large when scattering efficiency is not much high although the signal strength obtained becomes large so that scattering efficiency is high, in consideration of the balance of these scattering efficiency

and a noise, the optimal flute width and channel depth are determined.

[0066]For example, in the case of a rectangle slot, scattering efficiency becomes high, so that scattering efficiency is the highest and a channel depth is deep, when it is a half of a flute width fang furrow pitch. In the case of 0.22-micrometer flute width, about 100-140 nm of a channel depth is usually however, preferred, since an aspect ratio will become large and it will become difficult to form a beautiful rectangle slot, if a channel depth is actually made not much deep at the groove pitch of 0.44 micrometer, for example. When a groove pitch and a flute width become small, the channel depth for which it is suitable is in the tendency which becomes shallower.

[0067](C5) The technique of combining light (laser beam) with the core layer 2 about the joint (introduction) method of the light to the core layer 2 next here (introduction) is explained. Several sorts of techniques are considered as the technique of combining with the core layer 2 of a medium the incident light extracted long and slender (planate) (introduction). For example, there is a technique as shown in following \*\* - \*\*.

[0068]\*\* A technique combined so that the medium 5 may be cut in the direction which intersects perpendicularly to a lamination side, the vertical section 20 may be formed to a lamination side and the direction of movement and the core layer 2 of incident light may become parallel, as typically shown in drawing 13 (A) and drawing 13 (B).

\*\* As typically shown in drawing 14 (A) and drawing 14 (B), the section 21 which has 45 inclination to the lamination side of the medium 5 is formed, A technique combined so that a laser beam may be entered so that incident light and the core layer 2 may intersect perpendicularly, total internal reflection of the incident light may be carried out in the section 21 (henceforth "the 45-degree side 21") of 45 degrees and light may be introduced in the core layer 2.

[0069]\*\* As typically shown in drawing 15 (A) and drawing 15 (B), the lamination side of the medium 5 is received, The sections 22a and 22b (respectively henceforth "the 45-degree side 22a" and the "90-degree side 22b") of 45 degrees and 90 degrees are formed, A technique combined so that light may be introduced in the core layer 2 by the side of the 90-degree side 22a which enters a laser beam into the core layer 2 by the side of the 45-degree side 22b so that incident light and the core layer 2 may intersect perpendicularly, carries out total internal reflection of the incident light in the section 22b, and counters.

[0070]In order to carry out total internal reflection of the incident light by the 45-degree side 21 or 22b in the case of the technique of the above-mentioned \*\* or \*\*, it is good to form the reflection film which comprises the 45-degree side 21, the metal of high reflectance [b / 22 ], etc., and it is preferred to use the thing made from Au (gold) or Ag (silver) also in metal. the law of known as a formation method of this reflection film, such as sputtering process, -- a method is used.

[0071]It is preferred to use here the technique shown in above \*\* or \*\* from the reasons 1 and 2 shown below also among each technique of the above-mentioned \*\* - \*\*.

- Read-out as shown in drawing 16 (A) and drawing 16 (B) is possible in case of the technique (45-degree incidence) of the reason 1, for example, the above-mentioned \*\*. That is, two or more fields 21 are formed in the medium 5 45 degrees, it is made the shape of a strip of paper, and distance read by one incident light is shortened. It is possible to reduce substantially signal quality degradation by the path loss of waveguide light which this mentions later as compared with the case where a long distance is read, by one incident light. Read-out with the same said of the technique (45-degree incidence) of the above-mentioned \*\* is possible. On the other hand, in the technique (90-degree incidence) of the above-mentioned \*\*, such a method of read-out is difficult.

[0072]- In the technique of the reason 2 above-mentioned \*\* or \*\*, as typically shown, for example in drawing 17, the section 21 and the surface of 22a and 22b can be protected from the exterior by filling up the slot after 45-degree side formation with the resin protective layer 30 etc. In the technique of the above-mentioned \*\*, it is hard to form such a resin protective layer in the section 20, and hard to protect it in it.

[0073](C6) Since the scattered light from the data pattern (uneven pattern) mentioned above has two or more "topology" when the light in two or more modes (multi-mode) guides the inside of the core layer 2 about the thickness of the core layer 2, a picture will be confused.

Therefore, the core layer 2 of the medium 5 needs to be a waveguide of a single mode.

[0074]Here, whether a waveguide becomes a single mode or it becomes a multi-mode have a certain conditional expression. The upper limit of the thickness of the core layer 2 can be calculated by calculation because a waveguide applies the refractive index of the core layer 2 and the cladding layer 10, and the wavelength of waveguide light to the conditional expression used as a single mode. For example, using common resin to the core layer 2 and the cladding layer 10, when waveguide light is visible light, the upper limit of the thickness of the core layer 2 is usually set to 3 micrometers (it will become a multi-mode if more thick). There is no such restriction in particular in the cladding layer 10.

[0075](C7) A laser beam is usually used for the above-mentioned incident light about the wavelength of incident light, it is small also in it and the small semiconductor laser of power consumption is used. Although wavelength uses red laser, such as 680 nm, and can apply wavelength, such as 650 nm, 635 nm, and 530 nm, to others in present, since the further densification is possible, use of blue laser, such as 410 nm, is also considered by using the light whose wavelength is still shorter.

[0076]And in order to combine incident light with the thin core layer 2 efficiently, a laser beam stops down and uses [ use ] a cylindrical lens etc. for planate light flux several millimeters - several centimeters [ several microns (thickness) in width, and ] (breadth) in length, for

example (condensing). However, not less than 380 nm of a using wavelength is preferred. It is because absorption by resin becomes large in case of the light of short wavelength from 380 nm when resin (ultraviolet curing nature) is used for the core layer 2 or the cladding layer 10, as mentioned above.

[0077] Since especially ultraviolet curing nature resin contains the initiator which absorbs ultraviolet radiation, it will absorb light with a wavelength of 380 nm or less. Then, although mixing percentage of an initiator is weakened few and weakening absorptivity is also considered, if it does in this way, ultraviolet curing nature will become weak. Therefore, it is good for incident light to use light with a wavelength of not less than 380 nm.

[0078] (C8) About the path loss of waveguide light, while incident light guides the inside of the core layer 2, intensity decreases it by the absorption and various kinds of dispersion by material. In order that such attenuation may degrade imaging quality, the smaller possible one of path loss is good. Specifically, it is needed that path loss is smaller than -1 dB/cm.

[0079] For this reason, after the absorption of light in the wavelength of the source of used light eliminates the garbage and the foreign matter which become the cause of scattering light, about a small material, it is necessary to use for the material (especially core layer 2) to be used. The conditions over such a resin material become so severe that a using wavelength becomes short. In that respect, since resins (ultraviolet curing nature) can be filtered, they are advantageous.

[0080] (C9) The scattered light which carried out image formation about the image formation picture can be directly read with a CCD camera. Since the CCD camera can read two-dimensional data collectively, its transfer rate of data is quick. Since the CCD camera can read gradation (luminosity), by changing gradually the luminosity of one CCD cells (usually square of several micrometer angle), the multiple-value record of it is attained and densification is possible for it.

[0081] (C10) Although not asked [ shape / of the medium 5 ] in particular about the shape of the medium 5, the disk form of the shape of a card type like a credit card, CD (compact disk), an optical disc, a hard disk, etc., etc. can be considered, for example. Without using as an optical waveguide device simple substance, it embeds into the card using magnetism or IC (Integrated Circuit), and there are the method of using as a compound memory, etc.

[0082] In the case of the medium 5 of disk form, like the read-out mechanism of the usual CD, high-speed rolling mechanisms (spindle motor etc.) do not have necessity in a read-out mechanism, and low speed rolling mechanisms (ultrasonic motor etc.) are enough as them for it. This will be because all the data for one layer can read at a time by one rotation of a disk, if the medium 5 of disk form puts two or more CCD cameras in order radially, for example, since two-dimensional data can be collectively read in the medium 5 with a CCD camera as mentioned above.

[0083]Although the light volume of a certain grade is required for read-out, in order to obtain sufficient light volume since the light volume corresponding to 1 pixel becomes less so much if a high velocity revolution is carried out, a low speed rotary is preferred. Therefore, in the read-out mechanism of the medium 5, a high speed rotary machine style [ especially ] is unnecessary, and its low speed rotary mechanism is more preferred in it. In the case of the card type-like medium 5, the above rolling mechanisms are unnecessary. Therefore, since it is strong to vibration, using it as a memory of a portable terminal is also considered, for example.

[0084](C11) The medium 5 can increase capacity in proportion to the number of laminations about the advantage of others of the medium 5. Theoretically, it can be set to about 100 G bytes of mass ROM with credit card size. The light which gather for one CCD cells from the medium 5 at the time of read-out can read the information on the CCD cells with the light from other fields, even if garbage and a foreign matter appear in one place of the medium 5 or a crack exists in it, for example, since it gathers from the large field of a record data surface. That is, it is hard to receive the influence of garbage or a crack attached to the record data surface of the medium 5. Therefore, it excels in the reliability at the time of reproduction dramatically, and excels also in the use as a portable medium.

[0085]In the case of the medium 5, the miniaturization of a read-out mechanism is possible. For example, when the technique of reflecting light in respect of [ 21 (22b) ] 45 degrees from on the medium 5, and entering by the card type-like medium 5, as mentioned above is adopted, an incident light study system is in one field side of a card, and detection systems (CCD camera etc.) are also settled in the same field side. And a mechanism which is protruded outside a card surface product is unnecessary. Therefore, since size (thickness) generally becomes large rather than a detection system in the incident light study system, a read-out mechanism is pressed down in the thickness for an incident light study system with card size.

[0086]Unlike the common magnetic card etc., since the duplicate is difficult, it excels also in forgery prevention nature. This invention is not limited to the embodiment or the above-mentioned statement which were mentioned above, in the range which does not deviate from the meaning of this invention, can change variously and can be carried out.

[0087]

[Effect of the Invention]Since each core layers and cladding layers which were laminated are a product made of resin according to the optical memory element of this invention as explained in full detail above, Even if it does not use exposure of photoresist, a development, etc. like before, it becomes possible to form the uneven part of desired shape in the interface of a core layer and a cladding layer easily, and, thereby, the optical memory element for one layer can be provided easily (for short period of time), and cheaply (claim 1).

[0088]Thereby, an optical memory element with the capacity according to the number of laminations can also be realized very easily, and the optical memory element of request capacity can be realized easily and cheaply (claim 2). Here, since it becomes possible to form the above-mentioned uneven part in it very easily at the time of manufacture if a desired hardenability resin material is used for the above-mentioned core layer made of resin, it becomes possible to provide an optical memory element still more simply and cheaply conventionally (claim 3). Similarly, if a desired hardenability resin material is used also for the cladding layer made of resin in which the above-mentioned uneven part was provided, at the time of manufacture, this cladding layer can be easily formed in it, and it can be provided with an optical memory element still more simply and cheaply (claim 4).

[0089]And since the core layer which attached unevenness by transfer of La Stampa can be formed easily according to the manufacturing method of the optical memory element of this invention, The above-mentioned optical memory element can be manufactured very easily, thereby, mass production of an optical memory element is attained and low cost-ization is attained (claim 5). Since the resin film layer which functions as a cladding layer is formed by spreading and hardening of a clad resin film agent according to the manufacturing method of the optical memory element of this invention, While being able to form a cladding layer more for a short period of time in addition to the same advantage as the above (claim 5), the thickness control of the cladding layer itself also becomes easy. Since filtration of a clad film agent is possible and removal of the impurity of a cladding layer can also be performed easily, the homogeneity of the optical property of a resin film layer (cladding layer) can improve substantially, and can form a resin film layer with a desired optical property with sufficient accuracy (claim 6).

[0090]According to the manufacturing method of the optical memory element of this invention, the 1st cladding layer made of resin, Two or more layered products which offer the core layer made of resin laminated by this 1st cladding layer and the uneven part provided in the surface of this core layer are prepared, Since lamination adhesion of each of these layered products is carried out with the adhesives which function as the 2nd cladding layer laminated after adhesion between the above-mentioned core layer made of resin, and the resin made film member of other layered products, the same advantage as the above is acquired, and also the following advantages are acquired (claim 7).

[0091](1) Since the mass optical memory element of multilayer structure can be manufactured very easily, mass production of a mass optical memory element is attained, and a mass optical memory element can be provided cheaply.

(2) Since it functions as a cladding layer (the 2nd) after the adhesives which carry out lamination adhesion pasting up, as compared with the case where the cladding layer is formed beforehand as follows, thickness of the whole optical memory element can be made thin.



[0092]Here, the above-mentioned layered product can be manufactured by the 1st - the 4th process of above-mentioned claim 5, for example, and, in addition to the advantage mentioned above, the same advantage as above-mentioned claim 5 is acquired further in this case (claim 8). The above-mentioned layered product can be manufactured also by the 1st - the 4th process of above-mentioned claim 6, for example, and, in addition to the advantage mentioned above, the still more nearly same advantage as above-mentioned claim 6 is acquired in this case (claim 9).

[0093]According to another manufacturing method of the optical memory element of this invention, the core layer made of resin, Two or more layered products which offer the uneven part provided in one side of the interface of the cladding layers made of resin laminated by the double-sided part of this core layer, and these core layers and cladding layers are prepared, Since a cladding layer and the resin made film member of other layered products are pasted up with adhesives and each of above-mentioned layered products are laminated, a mass optical memory element can be manufactured with simple adhesives, and a easier and cheaply mass optical memory element can be realized (claim 10).

[0094]Here, the above-mentioned layered product can be manufactured by the 1st - the 3rd process of above-mentioned claim 5, for example, and, in addition to the advantage mentioned above, the same advantage as above-mentioned claim 5 is acquired further in this case (claim 11). The above-mentioned layered product can be manufactured also by the 1st - the 3rd process of above-mentioned claim 6, for example, and, in addition to the advantage mentioned above, the still more nearly same advantage as above-mentioned claim 6 is acquired in this case (claim 12).

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

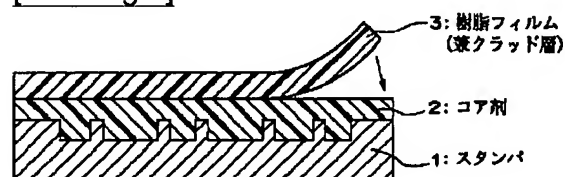
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

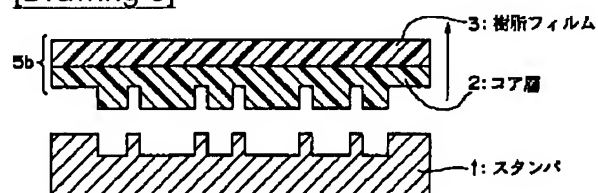
[Drawing 1]



[Drawing 2]



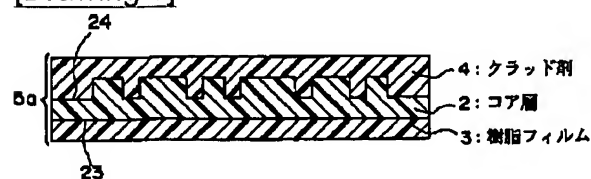
[Drawing 3]



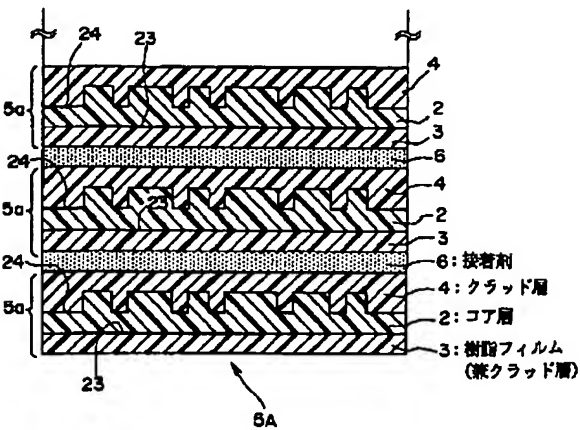
[Drawing 4]



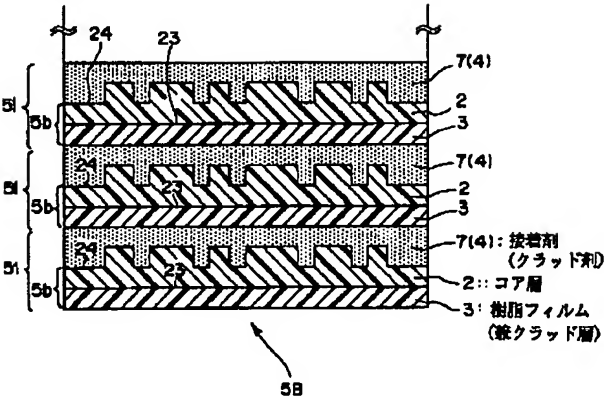
[Drawing 5]



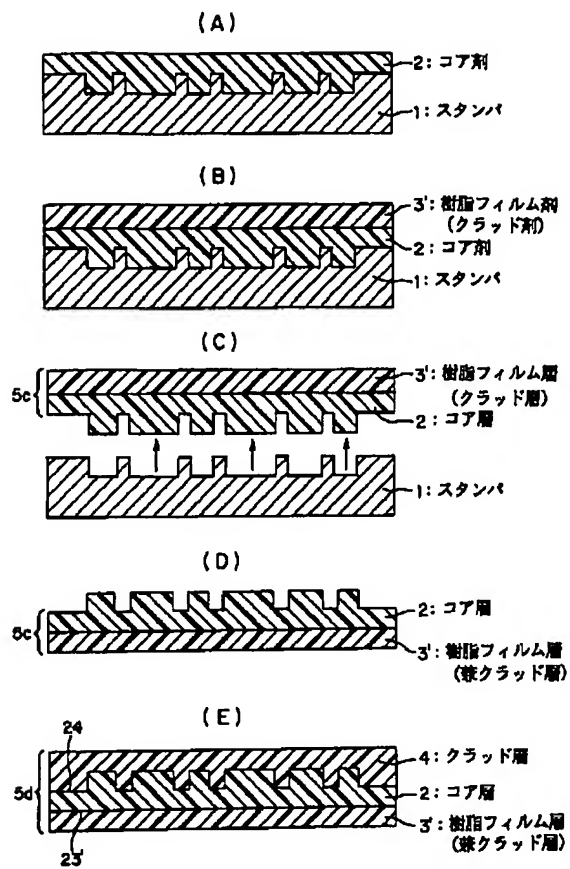
[Drawing 6]



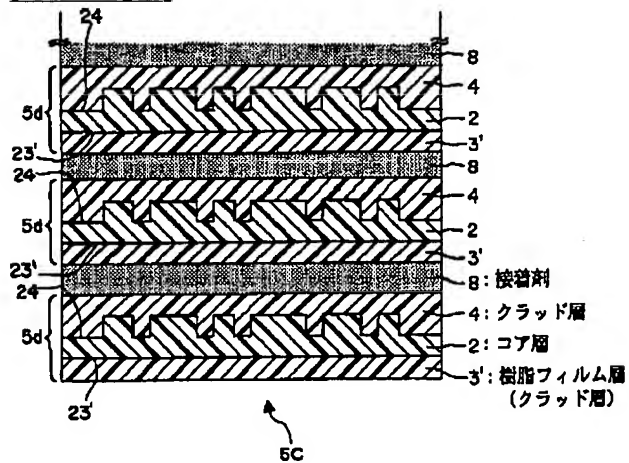
[Drawing 7]



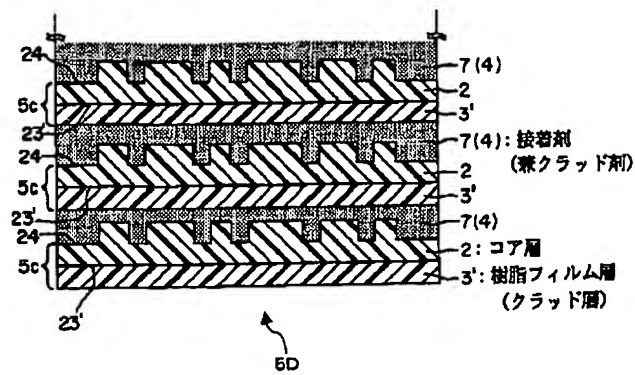
[Drawing 8]



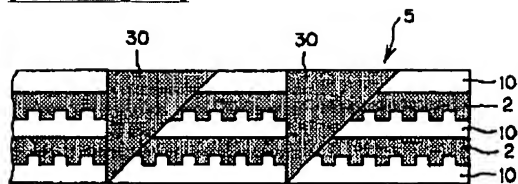
[Drawing 9]



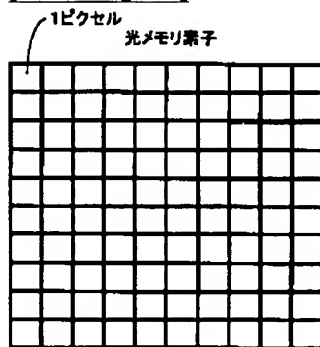
[Drawing 10]



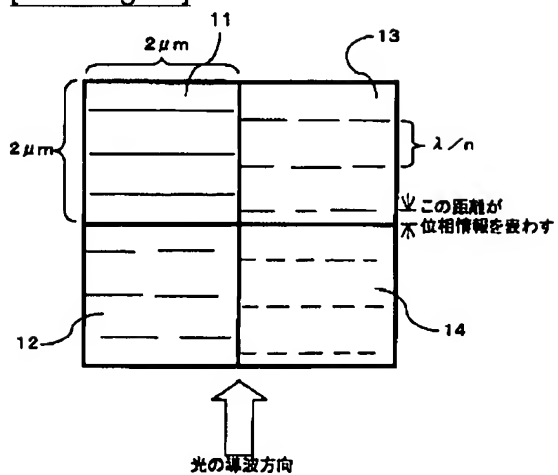
[Drawing 17]



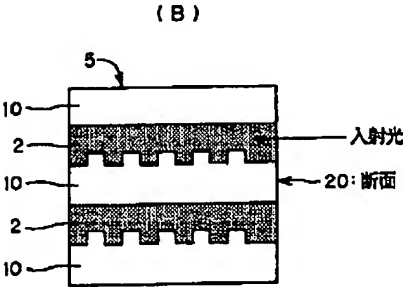
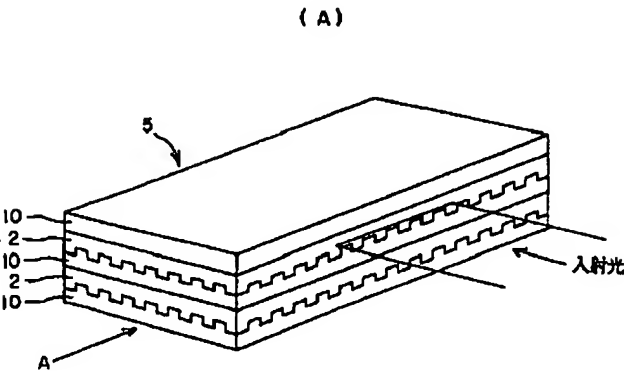
[Drawing 11]



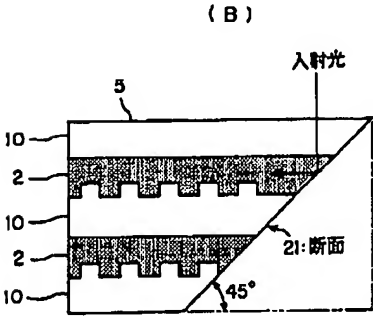
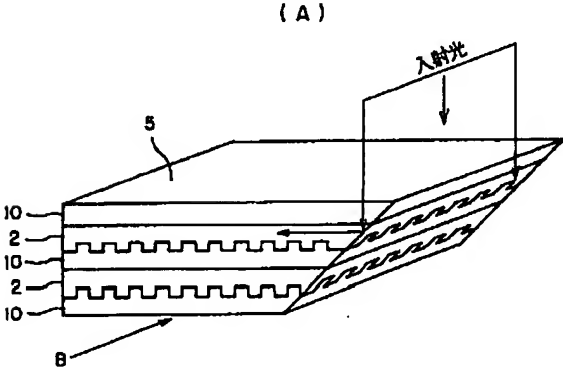
[Drawing 12]



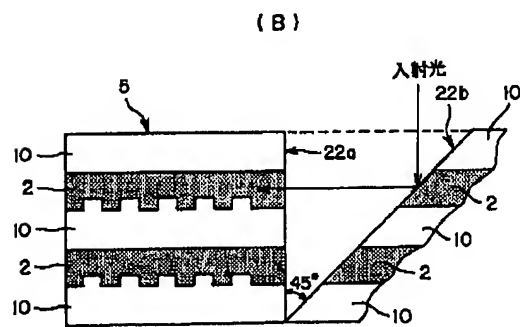
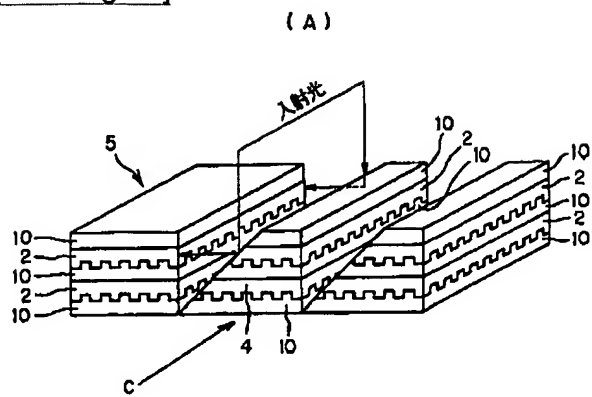
[Drawing 13]



[Drawing 14]

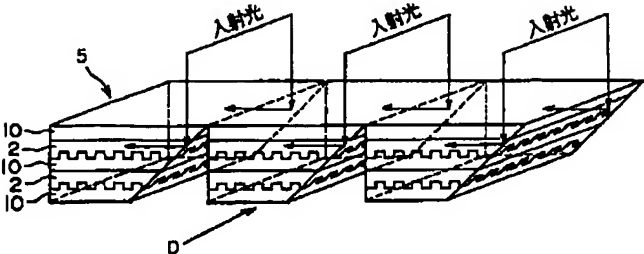


[Drawing 15]

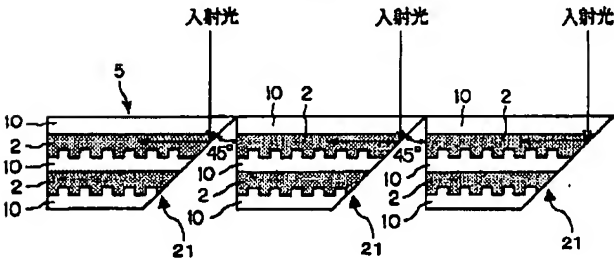


[Drawing 16]

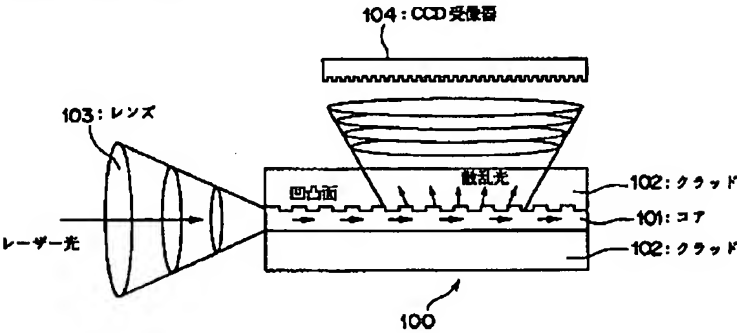
( A )



( B )



[Drawing 18]



[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-27714

(P2001-27714A)

(43) 公開日 平成13年1月30日 (2001.1.30)

(51) Int.Cl.	識別記号	P I	キーワード (参考)
G 0 2 B 6/12		G 0 2 B 6/12	Z
6/13		G 1 1 C 13/04	Z
G 1 1 C 13/04		17/00	5 8 0 E
17/00	5 8 0		5 8 0 Z
		G 0 2 B 6/12	M
		審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 15 頁)	

(21) 出願番号 特願2000-131181 (P2000-131181)

(22) 出願日 平成12年4月28日 (2000.4.28)

(31) 優先権主張番号 特願平11-131512

(32) 優先日 平成11年5月12日 (1999.5.12)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005968

三菱化学株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番2号

(72) 発明者 田中 麻人

神奈川県横浜市青葉区晴志田町1000番地

三菱化学株式会社横浜総合研究所内

(72) 発明者 久保 秀之

神奈川県横浜市青葉区晴志田町1000番地

三菱化学株式会社横浜総合研究所内

(74) 代理人 100092978

弁理士 真田 有

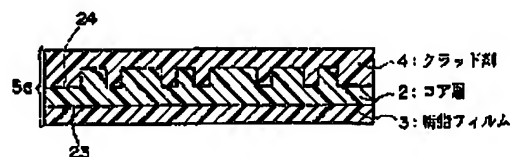
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光メモリ素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 光メモリ素子を容易且つ安価に提供する。

【解決手段】 コア層 (2) と、このコア層 (2) の両面部に積層されるクラッド層 (3, 4) とをいずれも樹脂製にして、コア層 (2) とクラッド層 (3, 4) との界面の少なくとも一方 (2, 4) に凹凸部を設ける。



1	(2) 特開2001-27714 2
<p>【特許請求の範囲】</p> <p>【請求項1】 樹脂製コア層と、 該樹脂製コア層の両面部に積層された樹脂製クラッド層とをそなえるとともに、 該樹脂製コア層と該樹脂製クラッド層との界面の少なくとも一方に凹凸部が設けられていることを特徴とする、 光メモリ素子。</p> <p>【請求項2】 樹脂製コア層と、該樹脂製コア層の両面部に積層された樹脂製クラッド層と、該樹脂製コア層と該樹脂製クラッド層との界面の少なくとも一方に設けられた凹凸部とをそなえて成る光導波部材が、複数個積層されたことを特徴とする、光メモリ素子。</p> <p>【請求項3】 該樹脂製コア層が、所望の硬化性樹脂材から成ることを特徴とする、請求項1又は請求項2に記載の光メモリ素子。</p> <p>【請求項4】 該凹凸部の設けられた樹脂製クラッド層が、所望の硬化性樹脂材から成ることを特徴とする、請求項1～3のいずれか1項に記載の光メモリ素子。</p> <p>【請求項5】 表面に凹凸形状を有するスタンプに、所望の硬化性樹脂材から成るコア剤を介して、樹脂製の第1クラッド層となる樹脂製フィルム部材を貼着する第1工程と、 該コア剤を硬化させて樹脂製コア層を形成する第2工程と、 該スタンプから該樹脂製コア層と該樹脂製フィルム部材とを一体に分離する第3工程と、 該スタンプから分離された該樹脂製コア層上に樹脂製の第2クラッド層を形成する第4工程とをそなえて成ることを特徴とする、光メモリ素子の製造方法。</p> <p>【請求項6】 表面に凹凸形状を有するスタンプに、所望の硬化性樹脂材から成るコア剤を塗布し硬化させて樹脂製のコア層を形成する第1工程と、 該コア層上に、クラッド樹脂フィルム剤を塗布し硬化させて樹脂製の第1クラッド層として機能する樹脂フィルム層を形成する第2工程と、 該スタンプから該コア層と該樹脂フィルム層とを一体に分離する第3工程と、 該スタンプから分離された該コア層上に樹脂製の第2クラッド層を形成する第4工程とをそなえて成ることを特徴とする、光メモリ素子の製造方法。</p> <p>【請求項7】 樹脂製の第1クラッド層と、該第1クラッド層に積層された樹脂製のコア層と、該コア層の表面に設けられた凹凸部とをそなえて成る積層体を複数個用意し、 上記の各積層体を、接着後に該コア層と他の積層体の樹脂製フィルム部材との間に積層された樹脂製の第2クラッド層として機能する接着剤により、積層接着することを特徴とする、光メモリ素子の製造方法。</p> <p>【請求項8】 該積層体が、 表面に凹凸形状を有するスタンプに、所望の硬化性樹脂</p>	<p>材から成るコア剤を介して、樹脂製の第1クラッド層となる樹脂製フィルム部材を貼着する第1工程と、 該コア剤を硬化させて樹脂製コア層を形成する第2工程と、 該スタンプから該樹脂製コア層と該樹脂製フィルム部材とを一体に分離する第3工程とにより製造されることを特徴とする、請求項7記載の光メモリ素子の製造方法。</p> <p>【請求項9】 該積層体が、 表面に凹凸形状を有するスタンプに、所望の硬化性樹脂材から成るコア剤を塗布し硬化させて樹脂製のコア層を形成する第1工程と、 該コア層上に、クラッド樹脂フィルム剤を塗布し硬化させて樹脂製の第1クラッド層として機能する樹脂フィルム層を形成する第2工程と、 該スタンプから該コア層と該樹脂フィルム層とを一体に分離する第3工程とにより製造されることを特徴とする、請求項7記載の光メモリ素子の製造方法。</p> <p>【請求項10】 樹脂製のコア層と、該コア層の両面部に積層された樹脂製のクラッド層と、該コア層と該クラッド層との界面の一方に設けられた凹凸部とをそなえて成る積層体を複数個用意し、該クラッド層と他の積層体のクラッド層とを接着剤により接着して、上記の各積層体を積層することを特徴とする、光メモリ素子の製造方法。</p> <p>【請求項11】 該積層体が、表面に凹凸形状を有するスタンプに、所望の硬化性樹脂材から成るコア剤を介して、樹脂製の第1クラッド層となる樹脂製フィルム部材を貼着する第1工程と、該コア剤を硬化させて樹脂製のコア層を形成する第2工程と、該スタンプから該コア層と該樹脂製フィルム部材とを一体に分離する第3工程と、該スタンプから分離された該コア層上に樹脂製の第2クラッド層を形成する第4工程とにより製造されることを特徴とする、請求項10記載の光メモリ素子の製造方法。</p> <p>【請求項12】 該積層体が、表面に凹凸形状を有するスタンプに、所望の硬化性樹脂材から成るコア剤を塗布し硬化させて樹脂製のコア層を形成する第1工程と、該コア層上に、クラッド樹脂フィルム剤を塗布し硬化させて樹脂製の第1クラッド層として機能する樹脂フィルム層を形成する第2工程と、該スタンプから該コア層と該樹脂フィルム層とを一体に分離する第3工程と、該スタンプから分離された該コア層上に樹脂製の第2クラッド層を形成する第4工程とにより製造されることを特徴とする、請求項10記載の光メモリ素子の製造方法。</p> <p>【発明の詳細な説明】</p> <p>【0001】</p> <p>【発明の属する技術分野】本発明は、光メモリ素子及びその製造方法に関し、特に、光導波路デバイスを用いた光メモリ素子及びその製造方法に関する。</p> <p>【0002】</p>

(3)

特開2001-27714

3

【従来の技術】近年、予め所定の散乱光を生じるようにパターンが刻まれた平面型の光導波路中に光を導入し、光導波面の外部に画像を結像させる技術が提案されている（IEEE Photon. Technol. Lett., vol. 9, pp. 958-960, JUL Y1997 等参照）。即ち、例えば図18に模式的に示すように、光導波路として機能するように屈折率や膜厚を調整されたコア（層）101と、このコア層101を挟む形でその両側（両面部）に設けられた（第1、第2の）クラッド（層）102とをそなえて成るスラブ型光導波路デバイス100において、コア層101とクラッド層102との界面に微細な凹凸が存在していた場合、コア層（光導波路）101にレンズ103を介して光（レーザ光）を導入すると、導入光の一部がその凹凸部分で散乱し、クラッド層102を通じて外部に出てくる。

【0003】従って、光導波面（光導波路101）から所定距離に特定の画像が結像するような光の散乱強度と位相とを計算し、その計算に応じた微細な凹凸パターンを予めコア層101に刻み込んでおけば、光導波面の外部に所望の画像を結像させることができる。そして、例えば、光導波面の外部に出てきた散乱光を上記所定距離に設置したCCD受像器104により受光して、結像画像を2次元のデジタルパターン（例えば、明暗の2値のパターン、もしくは、明度（グレースケール）による多値のパターン等）化してデジタル信号化すれば、既存のデジタル画像処理装置（図示省略）で結像画像に対し所望の画像処理を実施することができる。

【0004】また、上記のような光導波路デバイス100を複数個積層した場合、或る光導波路101で散乱した光は、別の光導波路デバイス100の光導波路101を横切ることになるが、通常、コア層101とクラッド層102の屈折率差が極めて小さいので、その散乱光が別の導波路101に形成された凹凸で再散乱することは殆ど無く、結像画像が乱れることは無い。従って、積層数に比例して数多くの画像やパターンを結像できることになる。

【0005】つまり、光導波路デバイス100はその積層数に比例した容量を有する光メモリ素子（ROM）として使用できるのである。なお、この光メモリ素子は、理論上では、1層で約1ギガバイト程度の容量をもたせることができ、100層程度まで積層することが可能であるといわれており、将来的には、動画の記録等に十分対応することのできる、大容量ROMとして使用されることが有望視されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、光導波路デバイス100のコア層101における上記の微細な凹凸パターンは、例えば、次のような手法で形成される。即ち、まず、（第1の）クラッド層102となる平板状のガラス等の上にフォトリソストを塗布し、光あるいは電子線等の露光とその現像によりそのガラス（クラッド層

4

102）上に所定の凹凸パターンを形成した後、その凹凸パターン上にコア層101を形成する。

【0007】これにより、凹凸パターンの形成されたコア層101が作製され、このコア層101上にさらに第2のクラッド層102を形成することにより、1層分の光導波路デバイス（光メモリ素子）100が作製される。しかしながら、このような露光と現像とを用いた手法では、1層分の光メモリ素子100の作製に非常に時間及びコストがかかってしまうので、光メモリ素子100を多層に積層した大容量の光メモリ素子を作製するには、膨大な時間とコストがかかるという課題がある。

【0008】本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、上記のような光メモリ素子を容易且つ安価に実現することのできる、光メモリ素子及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】このため、本発明の光メモリ素子（請求項1）は、樹脂製コア層と、この樹脂製コア層の両面部に積層された樹脂製クラッド層とをそなえたとともに、これらの樹脂製コア層と樹脂製クラッド層との界面の少なくとも一方に凹凸部が設けられていることを特徴としている。

【0010】また、本発明の光メモリ素子（請求項2）は、樹脂製コア層と、この樹脂製コア層の両面部に積層された樹脂製クラッド層と、これらの樹脂製コア層と樹脂製クラッド層との界面の少なくとも一方に設けられた凹凸部とをそなえて成る光導波路部材が、複数個積層されたことを特徴としている。ここで、上記の樹脂製コア層は、所望の硬化性樹脂材から成るのが好ましく（請求項3）、また、上記の凹凸部の設けられた樹脂製クラッド層も、所望の硬化性樹脂材から成るのが好ましい（請求項4）。

【0011】次に、本発明の光メモリ素子の製造方法（請求項5）は、表面に凹凸形状を有するスタンプに、所望の硬化性樹脂材から成るコア剤を介して、第1クラッド層となる樹脂製フィルム部材を貼着する第1工程と、上記のコア剤を硬化させて樹脂製コア層を形成する第2工程と、上記のスタンプから樹脂製コア層と樹脂製フィルム部材とを一体に分離する第3工程と、このようにスタンプから分離された樹脂製コア層上に第2クラッド層を形成する第4工程とをそなえて成ることを特徴としている。

【0012】また、本発明の光メモリ素子の製造方法（請求項6）は、表面に凹凸形状を有するスタンプに、所望の硬化性樹脂材から成るコア剤を塗布し硬化させて樹脂製のコア層を形成する第1工程と、このコア層上に、クラッド樹脂フィルム剤を塗布し硬化させて樹脂製の第1クラッド層として機能する樹脂フィルム層を形成する第2工程と、上記のスタンプからこれらのコア層と樹脂フィルム層とを一体に分離する第3工程と、スタンプ

(4)

特開2001-27714

5

6

バから分離されたコア層上に樹脂製の第2クラッド層を形成する第4工程とをそなえて成ることを特徴としている。

【0013】さらに、本発明の光メモリ素子の製造方法（請求項7）は、樹脂製の第1クラッド層と、この第1クラッド層に積層された樹脂製のコア層と、このコア層の表面に設けられた凹凸部とをそなえて成る積層体を複数個用意し、これらの各積層体を、接着後に該コア層と他の積層体の樹脂製フィルム部材との間に積層された樹脂製の第2クラッド層として機能する接着剤により、積層接着することを特徴としている。

【0014】ここで、上記の各積層体は、例えば、次のような工程により製造することができる（請求項8）。

（1）表面に凹凸形状を有するスタンプに、所望の硬化性樹脂材から成るコア剤を介して、樹脂製の第1クラッド層となる樹脂製フィルム部材を貼着する第1工程

（2）上記のコア剤を硬化させて樹脂製コア層を形成する第2工程

（3）スタンプから上記の樹脂製コア層と樹脂製フィルム部材とを一体に分離する第3工程

また、上記の各積層体は、例えば、次のような工程によって製造することもできる（請求項9）。

【0015】（1）表面に凹凸形状を有するスタンプに、所望の硬化性樹脂材から成るコア剤を塗布し硬化させて樹脂製のコア層を形成する第1工程

（2）上記のコア層上に、クラッド樹脂フィルム剤を塗布し硬化させて樹脂製の第1クラッド層として機能する樹脂フィルム層を形成する第2工程

（3）スタンプから上記のコア層と樹脂フィルム層とを一体に分離する第3工程

さらに、本発明の光メモリ素子の製造方法（請求項10）は、樹脂製のコア層と、このコア層の両面部に積層された樹脂製のクラッド層と、これらのコア層とクラッド層との界面の一方に設けられた凹凸部とをそなえて成る積層体を複数個用意し、上記のクラッド層と他の積層体のクラッド層とを接着剤により接着して、各積層体を積層することを特徴としている。

【0016】ここで、上記の各積層体は、例えば、次のような工程によって製造することができる（請求項11）。

（1）表面に凹凸形状を有するスタンプに、所望の硬化性樹脂材から成るコア剤を介して、樹脂製の第1クラッド層となる樹脂製フィルム部材を貼着する第1工程

（2）上記のコア剤を硬化させて樹脂製のコア層を形成する第2工程

（3）スタンプから上記のコア層と樹脂製フィルム部材とを一体に分離する第3工程

（4）上記のコア層上に樹脂製の第2クラッド層を形成する第4工程

なお、上記の各積層体は、次のような工程によって製造

することもできる（請求項12）。

【0017】（1）表面に凹凸形状を有するスタンプに、所望の硬化性樹脂材から成るコア剤を塗布し硬化させて樹脂製のコア層を形成する第1工程

（2）このコア層上に、クラッド樹脂フィルム剤を塗布し硬化させて樹脂製の第1クラッド層として機能する樹脂フィルム層を形成する第2工程

（3）スタンプから上記のコア層と樹脂フィルム層とを一体に分離する第3工程

（4）上記のコア層上に樹脂製の第2クラッド層を形成する第4工程

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

（A）第1実施形態の説明

まず、本第1実施形態の光メモリ素子の製造方法について説明する。始めに、図1に模式的に示すように、結像させたい画像（情報）に応じた所望の凹凸形状（凹凸パターン；ピット）を表面に刻まれたスタンプ（原盤）1上に、コア剤2（例えば、屈折率 $n = 1.4894$ 程度）を所定の膜厚（例えば、 $1.5\mu\text{m}$ 程度）となるよう塗布する。

【0019】そして、図2に示すように、その上から、気泡が入らないように静かに樹脂製の（第1）クラッド層となる樹脂フィルム（樹脂製フィルム部材）3を載置することにより、スタンプ1にコア剤2を介して樹脂フィルム3を貼着（ラミネート）する（以上、請求項5の第1工程に相当）。なお、上記のスタンプ1の材質としては、基本的に、上記の凹凸パターンが劣化しないよう硬度の高い材質（例えば、金属製）のものがよい。

【0020】次に、上記の状態で、コア剤2を硬化させて樹脂製のコア層2を形成する（請求項5の第2工程に相当）。このとき、樹脂フィルム3は、コア層2に接着される。その後、スタンプ1からこれらの樹脂フィルム3とコア層2とを一体に（積層体5bとして）剝離（分離）する（図3参照：請求項5の第3工程に相当）。これにより、樹脂フィルム（クラッド層）3上にスタンプ1の凹凸パターンが転写（形成）された樹脂製のコア層2が形成される（図4参照）。なお、上記の凹凸は、実際には、例えばCD（コンパクトディスク）におけるピットのように平面上に散在している。

【0021】ここで、上記のコア剤2には、スタンプ1への塗布時には液体で、樹脂フィルム3が載置（貼着）された後、硬化させることのできる樹脂であればどのような樹脂を適用してもよいが、好適な物質としては、例えば、紫外線硬化性樹脂などの光硬化性樹脂や熱硬化性樹脂等が挙げられる。ただし、上述のごとくスタンプ1による転写を行なう場合には、光硬化性樹脂を適用するのが好ましく、例えば、アクリル系、エポキシ系、チオール系の各樹脂などがよい。なお、本実施形態では、こ

(5)

特開2001-27714

7

これらのうち、最適な物質として、アクリル系紫外線硬化樹脂を用いている。

【0022】また、スタンパ1へのコア剤2の塗布方法には、例えば、スピンコート法、ブレードコート法、グラビアコート法、ダイコート法等があるが、塗布膜厚と均一性を満足すればどのような塗布方法を用いてもよい。さらに、樹脂フィルム3は、本実施形態では、単に基体としてだけでなく後にクラッド層として機能させる必要があるため、使用光波長域で透明で、しかも、その屈折率がコア層2の屈折率よりも僅かに小さいものがよい。また、この樹脂フィルム3は、光学的な特性や膜厚の均一性、力学的な強度などが許す限り、できるだけ薄い方がよい。これは、1つには、上記の積層体5bの厚みを薄くする（図6や図7により後述する光メモリ素子5a、5bの小型化を図る）ためであるが、本実施形態では、それだけでなく、樹脂フィルム3とスタンパ1との間にあるコア剤2内に気泡を入りにくくするためでもある。

【0023】即ち、コア剤2の塗布されたスタンパ1上に樹脂フィルム3を載置（貼着）する工程で、樹脂フィルム3の厚みが薄いと柔軟性（可塑性）に優れるため、樹脂フィルム3を図2中に示すように曲げながら少しずつコア剤2に接触させてゆくことによって、載置面積をゆっくりと増加させることが可能になり、コア剤2内に気泡が混入してその部分に凹凸パターンが転写されないことを抑止することができるのである。これにより、所望の凹凸パターンのついた所望膜厚のコア層2を精度良く形成することが可能になる。

【0024】このため、樹脂フィルム3には、具体的には、ポリカーボネート、アトーン（日本合成ゴム社製）などの非晶質ポリオレフィンや、PET（ポリエチレンテレフタレート）、PEN（ポリエチレンナフタレート）等の光学特性に優れる（PENはさらに耐熱性にも優れる）熱可塑性の樹脂フィルム3が好適（特に、上記のPETやPENはいずれも均一な厚みのフィルムを得られやすいので好適）で、これらのいずれかを熱延伸或いは溶媒キャスト等の方法で、例えば100μm以下の厚さにしたものが多い。

【0025】これ以上厚みが厚いと、樹脂フィルム3の可塑性が乏しくなり樹脂フィルム3をコア剤2上に載置する際に気泡が混入しやすくなってしまう。逆に、樹脂フィルム3の厚みが極端に薄い場合、例えば1μmよりも薄いような場合は、樹脂フィルム3をスタンパ1から剥離する際に破れたりすることがあるので好ましくない。なお、本実施形態では、一例として、上記アトーンを適用している。

【0026】次に、図3により上述したごとくスタンパ1から剥離した積層体5bのコア層2上に樹脂製の（第2）クラッド層4を形成する（図5参照：請求項5の第4工程に相当）。なお、このクラッド層4は、使用レー

8

ザ光の波長域で透明で屈折率nがコア剤2よりも僅かに小さい物質（樹脂）であれば何でも良いが、各種樹脂製のクラッド剤を塗布すると簡便である。例えば、クラッド層4として機能する所望の樹脂を溶媒に溶かしたクラッド剤をコア層2上に塗布した後、乾燥させてクラッド層4を形成してもよいし、コア層2の形成手法と同様に、光硬化性樹脂や熱硬化性樹脂等から成るクラッド剤をコア層2上に塗布した後、硬化させてクラッド層4としてもよい。

【0027】ただし、後者の手法の方が、乾燥工程が必要な前者の手法よりも短期間でクラッド層4を形成することが可能である。そこで、本実施形態では、例えば、コア層2上に、屈折率nが1.4880程度のアクリル系紫外線硬化樹脂を15μm程度の厚さで塗布したのち、紫外線を照射することでクラッド層4を形成する。なお、上記の条件で形成されたクラッド層4及びコア層2の硬化後の屈折率nはそれぞれ約1.5225、1.5300になることが実験的に分かっている。

【0028】以上により、図5に示すように、樹脂製コア層2と、この樹脂製コア層2の両面部に積層された樹脂製クラッド層3、4と、これらの樹脂製コア層2と樹脂製クラッド層3、4との界面23、24の一方（界面24）に設けられた凹凸部とをそなえて成る、1層分の光メモリ素子（スラブ型光導波路デバイス：光導波部材）5aが構成される。

【0029】なお、コア層2、クラッド層4の膜厚については、上記の数値例に限定されるものではなく、コア層2、クラッド層4が光導波路として機能するだけの膜厚が確保されていればよく、例えば、使用光波長域が可視光の波長域であれば、コア層2の膜厚は3.0μm以下（例えば、0.5μm～3.0μm程度）になると考えられる（その根拠については後述する）。この場合、クラッド層4の膜厚に関しては特に制限は無いが、後述するように光メモリ素子5aを積層したときの全体の厚みを薄くすることを考慮すれば、100μm以下にするのが好ましい。あえて、下限を規定するなら、0.1μm以上になると思われる。

【0030】そして、以上のようにして製造されるスラブ型光導波路デバイス5a（以下、単に「光導波路5a」もしくは「積層体5a」と表記することもある）を複数個（例えば、それぞれ結像させたい画像に応じた異なるパターンの凹凸の転写されたもの）用意して、例えば図6に模式的に示すように、クラッド層4と他の光導波路5aの樹脂フィルム（クラッド層）3とをそれぞれ接着剤（層）6により貼り合わせて、各光導波路5aを積層すると、積層数に応じた記憶容量を有する多層構造の光メモリ素子5aが構成される。

【0031】即ち、樹脂製コア層2と、この樹脂製コア層2の両面部に積層された樹脂製クラッド層3、4とをそなえるとともに、これらの樹脂製コア層2と樹脂製ク

(5)

特開2001-27714

9

10

ラッド層3、4との界面23、24の少なくとも一方（界面24）に凹凸部の設けられた光導波路5aが複数個積層されて成る。光メモリ素子5Aが構成されるのである。

【0032】なお、この場合の接着剤6には、後述するようにその屈折率が特定値のものを必ずしも適用する必要は無く、使用光波長域で透明で、且つ、接着後に簡単に剥がれないものであればどのようなものを適用してもよい。例えば、光硬化型、熱硬化型、室温硬化型、ホットメルト型、2液混合型等の各種の型の接着剤6が適用可能であり、材質としては、アクリル系、エポキシ系、シアノアクリレート系、ウレタン系、オレフィン系等がある。ただし、樹脂フィルム3とクラッド層4の材質を考慮して接着相性の良い組み合わせを選定するのがよい。

【0033】そして、上述のごとく構成された光メモリ素子5Aを、例えば、ダイシングソー等を用いて縦溝約2cm×3cmの大きさに切断し、或るコア層2に、波長が約680nm、強度が約5mWの半導体レーザの出力光を、レンズを組み合わせて縦溝5μm×5mmの光束に絞って入力すると、その入力光が界面24の凹凸部分でわずかに散乱しながら伝播する。このときの散乱光は入力光に対して上下方向のそれぞれに伝播（透過）してゆき、最終的に、光メモリ素子5Aの両面から外部へ放出される。

【0034】この光をCCD受像器で受光し観察すると、初期の結像させたい画像が得られることが確認できる。また、各コア層2にはそれぞれ異なる画像に応じた凹凸パターンが転写されているが、レーザ光を入射するコア層2を変えることで、各画像が互いに干渉することなく独立して読み出せることも、実験的に、確認されている。

【0035】以上のように、本実施形態によれば、積層されたコア層2とクラッド層3、4がいずれも樹脂製で、しかも、凹凸の形成されるコア層（コア剤）2に光や熱等で硬化しうる硬化性樹脂を用いているので、従来のようにフォトリソの露光、現像処理等を用いなくても、スタンプからの転写によって、コア層2とクラッド層4との界面24に容易に所望形状の凹凸を形成することが可能になる。

【0036】従って、1層分の光導波路（光メモリ素子）5aの大量生産が可能になり、光メモリ素子5aを従来よりも容易に（短時間で）且つ安価に提供することができる。また、これにより、積層数に応じた容量を有する多層構造（大容量）の光メモリ素子5Aも、極めて短時間で且つ安価に実現することができる。ところで、上述したような多層構造の光メモリ素子は、前記の第4工程までで作製される、クラッド層4を形成しない状態の積層体5b（図4参照）、つまり、樹脂製の（第1）クラッド層4と、このクラッド層4に積層された樹脂製の

のコア層2と、このコア層2の表面に設けられた凹凸部とをそなえて成る積層体5bを用いても構成することが可能である。

【0037】即ち、図7に模式的に示すように、上記の各積層体5bを複数個用意し、各積層体5bを接着後に樹脂製の（第2）クラッド層4として機能する接着剤（層）7により積層接着するのである。このため、上記の接着剤7には、屈折率がコア層2よりも僅かに小さくクラッド層3と略同一の値をもつ透明なものを用いる。これにより、樹脂製コア層2と、この樹脂製コア層2の両面部に積層された樹脂製クラッド層3、4（接着剤7）とをそなえるとともに、これらの樹脂製コア層2と樹脂製クラッド層3、4との界面23、24の少なくとも一方（界面24）に凹凸部の設けられたスラブ型光導波路デバイス（光導波部材）51が複数個積層されて成る。光メモリ素子5Bが構成される。

【0038】このように、上記の製造方法では、接着剤層7が接着後にクラッド層4として機能するので、図5により前述したように予めクラッド層4が形成された積層体5aを積層する場合（光メモリ素子5A：図6参照）に比して、光メモリ素子5B全体の厚みを薄くすることができ、さらなる小型化を図ることができる。さらに、上述した実施形態では、コア層2を形成するための工程（第1工程：図1参照）において、スタンプ1上にコア剤2を塗布し、その上から、樹脂フィルム3を載置しているが、例えば、コア剤2を塗布した樹脂フィルム3をスタンプ1上に載置してもよいし、樹脂フィルム3とスタンプ1の双方にコア剤2を塗布した状態でこれらを貼り合わせてもよい。

【0039】ただし、上述したように、スタンプ1上にコア剤2を塗布し、その上から、気泡が入らないように静かに樹脂フィルム3を載置する方が、コア層2の膜厚を均一に保つことが容易になる。

#### （B）第2実施形態の説明

次に、本発明の第2実施形態としての光メモリ素子の製造方法について、図8～図10に示す模式的断面図を用いて説明する。なお、以下において、既述の符号と同一符号を付したものはいずれも既述のものと同一もしくは同様のものを表わすので、その材質や寸法等、詳細な説明については省略する。

【0040】まず、本実施形態では、図8（A）に示すように、スタンプ1上にコア剤2を所定膜厚（例えば、0.5μm～3.0μm程度）で塗布したのち、紫外線を照射してそのコア剤2を硬化させることで樹脂製のコア層2を形成する（請求項6の第1工程に相当）。次いで、そのコア層2の表面に、例えば図8（B）に示すように、紫外線硬化樹脂から成る、コア剤2よりも僅かに小さい屈折率n（例えば、n=1.4894）を有するクラッド剤（クラッド樹脂フィルム剤）3'を塗布し、これを紫外線照射により硬化させて樹脂製の（第1）ク

(7)

特開2001-27714

11

ラッド層として機能する樹脂フィルム層3'を形成する（請求項6の第2工程に相当）。

【0041】ここで、このクラッド樹脂フィルム剤3'に用いる紫外線硬化樹脂としては、例えば、ウレタンアクリレートが好適である。また、形成される樹脂フィルム層3'の膜厚は、前述した樹脂フィルム3の場合と同様に、図9や図10により後述する多層光メモリ5C、5Dの同じ厚みでの積層数をかせぐために、できるだけ薄い方がよいが、力学的な強度（特に、後述するようにスタンパ1からの剥離時に必要な強度）との兼ね合いから薄くし過ぎない方がよい。理想的には10μm程度にすることが望ましい。

【0042】次に、図8（C）に示すように、これらのコア層2と樹脂フィルム層（クラッド層）3'とをスタンパ1から一体に（積層体5cとして）剥離（分離）し（請求項6の第3工程に相当）、図8（D）及び図8（E）に示すように、その剥離面（コア層2の表面）に、クラッド剤4を所定膜厚（例えば、15μm程度の厚さ）で塗布し、紫外線照射によりそのクラッド剤4を硬化させて（第2）クラッド層4を形成する（請求項6の第4工程に相当）。なお、上記のクラッド剤4には、クラッド樹脂フィルム剤3'と同じものを用いてもよい。硬化後に（クラッド層4となったときに）樹脂フィルム層（クラッド層）3'と同等の光学特性を有するものであれば、他の樹脂剤を適用してもよい。

【0043】以上の工程により、図8（E）に示すように、樹脂製のコア層2と、その両面部に積層された樹脂製のクラッド層3'、4と、これらのコア層2とクラッド層3'、4の界面23'、24の一方（界面24）に設けられた凹凸（ピット）とをそなえて成る1層分の光メモリ素子（1層光メモリ；スラブ型光導波路デバイス）5dが作製される。なお、上記の条件下でのコア層2、クラッド層3'、4の屈折率nはそれぞれ約1.5300、1.5225となる。

【0044】つまり、本第2実施形態の製造工程では、コア層2の表面に、第1実施形態のように樹脂フィルム（兼クラッド層）3を載置（ラミネート）する代わりに、クラッド樹脂フィルム剤3'を塗布・硬化させることで、上記の樹脂フィルム3と同等の機能を果たす樹脂フィルム層3'を形成するようになっているのである。これにより、前述した樹脂フィルム3のラミネート工程が不要になる（即ち、樹脂フィルム3をコア層2の表面にゆっくりと載置する必要がない）。

【0045】従って、第1実施形態と同様の利点が得られるほか、製造期間のさらなる短縮化を図ることができる。また、コア層2との間に気泡が混入してしまうことをより効果的に防ぐことができる。特に、この場合は、コア剤2を硬化させてコア層2を形成した上で、その上からクラッド樹脂フィルム剤3'を塗布するので、気泡の混入をほぼ完全に防止することが可能である。

12

【0046】また、上記クラッド樹脂フィルム剤3'の塗布膜厚を変えることで、樹脂フィルム3を用いる場合とは異なり、その膜厚を自由にコントロールすることも可能である。さらに、樹脂フィルム3は、一般に、クリーンルームなどの清浄な環境で作成されておらず、異物（不純物）が混入している場合が多いが、上述した紫外線硬化樹脂から成るクラッド樹脂フィルム剤3'であれば、濾過することができるので、濾過した上で塗布・硬化することで、樹脂フィルム層（クラッド層）3'中の異物を容易に除去することが可能である。

【0047】さらに、樹脂フィルム3は、一般に、作製時にロールなどに巻き取られるため、フィルム同士の貼り付きを防止する意味で、少なくとも一方の面部が粗面化されている場合が多く平面性が悪いが、上述したごとくクラッド樹脂フィルム剤3'を塗布・硬化する手法を採れば、樹脂フィルム層（クラッド層）3'の平面性（膜厚の均一性）も向上する。

【0048】つまり、上述したような手法を採ることで、樹脂フィルム層（クラッド層）3'の光学特性の均一性が大幅に向上し、所望の光学特性をもった樹脂フィルム層3'を精度良く形成することが可能である。特に、第1実施形態のように樹脂フィルム3がクラッド層を兼ねるような場合には、上記のように一方の面部が粗面化されていてフィルム厚が不均一であると場所によって光学特性が変化してしまうことになるため、樹脂フィルム3に対して非常に厳しい条件（膜厚の均一性・光学特性など）が要求されるが、上述した手法を採ることで、このような厳しい要求にも十分応えることが可能であり、その効果は絶大である。なお、以上の点は、コア剤2についても当てはまることである。

【0049】そして、上述のごとく構成された光メモリ素子5dにおいても、第1実施形態にて前述したごとく或るコア層2にレーザ光を入力すると、その入力光が界面24の凹凸部分でわずかに散乱し、その散乱光が上下方向のそれぞれに透過してゆき、最終的に、光メモリ素子5dの両面部から外部へ放出されて、コア層2の凹凸パターンに応じた初期の画像が結像する。

【0050】また、上記の例では、樹脂フィルム層3'を形成するのに、紫外線硬化樹脂から成るクラッド樹脂フィルム剤3'の塗布・硬化する手法を採っているが、例えば、クラッド層3'として機能する所望の樹脂材を溶媒に溶解したものを塗布・乾燥させる手法を採ってもよい。さらに、本第2実施形態においても、例えば図9に示すように、上記の1層光メモリ5d、即ち、樹脂製のコア層2と、このコア層2の両面部に積層された樹脂製のクラッド層3'、4と、これらのコア層2とクラッド層3'、4との界面23'、24の一方（界面24）に設けられた凹凸部とをそなえて成る積層体5dを複数個用意し、これらの各積層体5dを接着剤8を介して積層接着すれば、光メモリ素子（多層光メモリ）5Cが構



(8)

特開2001-27714

13

14

成される。

【0051】即ち、樹脂製のコア層2と、このコア層2の両面に積層された樹脂製のクラッド層3'、4とをそなえるとともに、これらのコア層2とクラッド層3'、4との界面23'、24の少なくとも一方（界面24）に凹凸部の設けられたスラブ型光導波路デバイス（光導波部材）5dが複数個積層されて成る、光メモリ素子（多層光メモリ）5Cが構成される（請求項10、12の製造方法に相当）。

【0052】一方、図10に示すように、図8（D）に示す積層体5c、即ち、樹脂製の（第1）クラッド層3'と、このクラッド層3'に積層された樹脂製のコア層2と、このコア層2の表面に設けられた凹凸部とをそなえて成る積層体5cを複数個用意し、これらの各積層体5cをクラッド層4として機能する接着剤7により積層接着すれば、光メモリ素子（多層光メモリ）5Dが構成される。

【0053】即ち、樹脂製のコア層2と、このコア層2の両面に積層された樹脂製のクラッド層3'、4（接着剤層7）とをそなえるとともに、これらのコア層2とクラッド層3'、4との界面23'、24の少なくとも一方（界面24）に凹凸部の設けられたスラブ型光導波路デバイス（光導波部材）5dが複数個積層されて成る、多層光メモリ5Dが構成される（請求項7、9の製造方法に相当）。

【0054】いずれの場合も、上述したように1層光メモリ5d（あるいは、積層体5c）の製造期間の短縮化、クラッド層3'の純度及び平面性の向上が図られていることから、多層光メモリ5Cや5Dについても、同様の利点を得られる。ただし、図10に示す多層光メモリ5Dの場合は、接着剤7がクラッド層4として機能する（兼用になる）ので、同じ積層数の場合、多層光メモリ5Cよりも全体の厚みを削減することができ、大幅な小型化が可能である。

【0055】なお、これらの各多層光メモリ5C、5Dにおいても、第1実施形態にて前述したごとく或るコア層2にレーザ光を入力すると、その入力光が界面24の凹凸部分で散乱し、その散乱光が上下方向のそれぞれに透過してゆき、最終的に、多層光メモリ5C、5Dの両面から外部へ放出されて、コア層2の凹凸パターンに  
40 応じた初期の画像が結像する。

【0056】（C）その他

（C1）凹凸パターンの形成箇所について

上述した光メモリ素子5A～5Dでは、いずれも、凹凸パターンがコア層2とクラッド層4との界面24に設けられているが、本発明はこれに限定されず、例えば、コア層2とクラッド層3（3'）との界面23（23'）に設けられていてもよいし、各界面23（23'）、24の双方に設けられていてもよい。つまり、コア層2を伝播する入力光を散乱させることができる構造になって  
50

いれはよい。

【0057】（C2）積層体を貼り合わせる向きについて

また、上記の光メモリ素子5A～5Dを作製する際、積層体5a～5dを貼り合わせる向きは同一方向でもよいし、互い違い等のように違った向きでもよい。また、物理的な強度を確保するために支持基板となる平板等と一緒に貼り合わせても良い。例えば、表面或いは光メモリ素子5A～5D内に適宜数の平板を積層接着しても良い。ただし、光メモリ素子5A～5D或いは積層体5a～5dの一部が平板に両側から挟み込まれる場合は、少なくとも一方（散乱光の外部放出面）が使用光波長領域で透明でなければならない。

【0058】（C3）樹脂を溶解する溶媒について  
前記の樹脂（コア層2やクラッド層3、3'、4、7などとして機能する樹脂）を溶解する溶媒は、例えば、①樹脂の溶解性が良いこと、②或る程度高い沸点を有すること、③常温での蒸気圧の3点を考慮して選定する。ここで、上記の②及び③の条件は塗布方法としてスピンコート法を用いる場合には重要である。

【0059】具体例としては、例えば、トルエン、スチレン、メチルエチルケトン、エチルセロソルブなどが適用できる。なお、樹脂剤が硬化性樹脂剤で、十分に粘性が低ければ、溶媒に溶解することなく塗布することも可能である。

（C4）記録パターン及び記録再生原理について  
ここでは、スタンパ1を用いてコア層2に形成される上記の凹凸パターン（記録パターン）及びその記録パターンによる記録再生原理の具体例について詳述する。なお、以降の説明（項目（C5）以降も含む）は、上述した1層光メモリ5a、5d、51や多層光メモリ5A～5Dの違いによらず、また、前記のクラッド層3や3'、4、7の違いにもよらないので、以下では、これらを一括してそれぞれ光メモリ素子（媒体）5、クラッド層10と表記することにする。

【0060】実際に、媒体5のコア層2には、例えば図11に模式的に示すように、数ミクロン四方の正方形を基本の1ピクセルとして、このピクセルの集合体が結像させたい画像のデータパターンとして記録される。なお、ピクセルの大きさは特に制限されないが、この図11では、一例として、1ピクセル＝2μm×2μmの正方形としている。

【0061】ここで、1つのピクセルは、それぞれ光（導波光）を散乱させる「強度情報」と「位相情報」とを有している。具体的に説明すると、まず、各ピクセルには、それぞれ、例えば図12に模式的に示すように、複数の平行な溝（ビット）が等間隔で形成される。なお、この溝は、光の導波面に対して垂直に形成される。また、この溝のピッチ（平行に形成された溝と溝の間隔）は、コア層2内を導波する光の波長（空気中の波長



(9)

特開2001-27714

15

を入、コア層2の屈折率を $n$ とすると、 $\lambda/n$ に相当する)と等しくなるように形成される。

【0062】そして、これらの各溝は、導波光を散乱させる「強度情報」に応じて断続して形成される。例えば、導波光の散乱強度を最大にしたい場合には、図12中に符号11で示すピクセルのように、溝は途切れずに形成され、それ以下の散乱強度にしたい場合には、図12中に符号12～14で示すピクセルのように、溝は散乱強度に応じた長さの波線状に形成される。つまり、1ピクセル内に刻まれる溝の長さの総距離によって、散乱光の「強度情報」が表わされるのである。なお、実際に、この「強度情報」は、数十階調分を得ることが可能である。

【0063】一方、導波光を散乱させる「位相情報」は、ピクセル内の上記溝の開始位置によって表わされる。即ち、ピクセル端部を位相0、このピクセル端部から導波光の一波長分だけ離れた位置を位相 $2\pi$ と考え、上記ピクセル端部から0～ $2\pi$ のどこに最初の溝の開始位置がくるかで「位相情報」が表わされる。従って、隣接するピクセル間では、溝の位置は異なる。なお、この「位相情報」についても、やはり、数十階調分を得ることが可能である。

【0064】従って、記録再生したい画像情報に応じて上記の「強度情報」と「位相情報」とを計算し、得られた「強度情報」と「位相情報」に応じた溝のパターンを記録パターンとしてスタンパ1に形成して、その記録パターンを上述した製造方法によってコア層2に形成することで、所望の画像情報を光メモリ素子5に記録することができるのである。そして、この光メモリ素子5のコア層2に光を導波させることで、その導波光の上記記録パターンでの散乱光が外部で結像して、記録した画像情報が読み出される(再生される)のである。

【0065】なお、上記の溝の幅及び深さは、それぞれ、光の散乱効率を考慮して決定される。一般に、散乱効率が低いほど、得られる信号強度は大きくなるが、あまり散乱効率が低いと、散乱光の他の層による再散乱が生じノイズも大きくなる傾向があるため、これら散乱効率とノイズとの兼ね合いを考慮して最適な溝幅及び溝深さが決定される。

【0066】例えば、矩形溝の場合、溝幅が溝ピッチの半分のときに最も散乱効率がよく、溝深さが深いほど散乱効率が高くなる。しかし、実際には溝深さをあまり深くすると、アスペクト比が大きくなり、きれいな矩形溝が形成しにくくなるので、例えば、溝ピッチ0.44 $\mu\text{m}$ で溝幅0.22 $\mu\text{m}$ の場合は、通常、溝深さは100～140nm程度が好ましい。なお、溝ピッチ、溝幅が小さくなると、適する溝深さはより浅くなる傾向にある。

【0067】(C5) コア層2への光の結合(導入)方法について

16

次に、ここでは、コア層2に光(レーザー光)を結合(導入)する手法について説明する。細長く(平面状に)絞られた入射光を媒体のコア層2に結合(導入)させる手法としては、数種の手法が考えられている。例えば、以下の①～③に示すような手法がある。

【0068】①図13(A)及び図13(B)に模式的に示すように、媒体5を横層面に対して直交する方向に切断して縦層面に対して垂直な断面20を形成し、入射光の進行方向とコア層2とが平行になるよう結合させる手法。

②図14(A)及び図14(B)に模式的に示すように、媒体5の横層面に対して45度の傾きをもつ断面21を形成し、入射光とコア層2とが直交するようレーザー光を入射し、45度の断面21(以下、「45度面21」ともいう)で入射光を全反射させてコア層2内に光が導入されるように結合させる手法。

【0069】③図15(A)及び図15(B)に模式的に示すように、媒体5の横層面に対して、45度と90度の断面22a、22b(以下、それぞれ、「45度面22a」、「90度面22b」ともいう)を形成し、入射光とコア層2とが直交するようにレーザー光を45度面22b側のコア層2に入射し、その断面22bで入射光を全反射させて対向する90度面22a側のコア層2内に光が導入されるように結合させる手法。

【0070】なお、上記②や③の手法の場合、入射光を45度面21や22bで全反射させるために、45度面21や22bには高反射率の金属などから成る反射膜を形成しておくのがよく、金属の中でも、Au(金)やAg(銀)製のものを用いるのが好ましい。また、この反射膜の形成方法としては、スパッタリング法などの既知の定法が用いられる。

【0071】ここで、上記①～③の各手法のうちでも、下記に示す理由1、2から、上記の②又は③に示す手法を用いるのが好ましい。

・理由1

例えば上記②の手法(45度入射)だと、図16(A)及び図16(B)に示すような読み出しが可能である。即ち、媒体5に45度面21を複数形成して短冊状にし、1本の入射光で読み出す距離を短くするのである。これにより、1本の入射光で長い距離を読み出す場合に比して、後述する導波光の伝送損失による信号品質劣化を大幅に低減することが可能である。なお、上記③の手法(45度入射)についても同様の読み出しが可能である。これに対し、上記①の手法(90度入射)では、このような読み出し方は困難である。

【0072】・理由2

上記②や③の手法では、例えば図17に模式的に示すように、45度面形成後の溝部を樹脂保護層30などで埋めることにより、断面21や22a、22bの表面を外部から保護できる。上記①の手法では、断面20にその

(10)

特開2001-27714

17

ような樹脂保護層が形成しにくく保護しにくい。

【0073】(C6) コア層2の膜厚について  
コア層2内を複数モード(マルチモード)の光が導波すると、上述したデータパターン(凹凸パターン)からの散乱光は、複数の「位相情報」をもつために、画像が乱れてしまう。従って、媒体5のコア層2は、シングルモードの導波路であることが必要である。

【0074】ここで、導波路がシングルモードになるかマルチモードになるかは、一定の条件式がある。導波路がシングルモードとなる条件式に、コア層2とクラッド層10の屈折率、導波光の波長を適用することで、計算によりコア層2の膜厚の上限値を求めることができる。例えば、コア層2及びクラッド層10に、一般的な樹脂を用い、導波光が可視光の場合、コア層2の膜厚の上限値は通常3μmとなる(これ以上厚みがあるとマルチモードになる)。なお、クラッド層10にはこのような制限は特になく。

【0075】(C7) 入射光の波長について  
上記の入射光には、通常、レーザ光が用いられ、その中でも、小型で消費電力の小さい半導体レーザが用いられる。現行では、波長が680nmなどの赤色レーザを用いており、他にも650nm、635nm、530nmなどの波長が適用可能であるが、さらに波長が短い光を用いることで更なる高密度化が可能のため、410nmなどの青色レーザの使用も考えられている。

【0076】そして、薄いコア層2に入射光を効率良く結合させるために、レーザ光は、例えば、シリンドカルレンズなどを用いて、幅(厚さ)数ミクロン、長さ(溝幅)数ミリ〜数センチメートルの平面状の光束に絞って(集光して)用いる。ただし、使用波長は380nm以上が好ましい。というのも、上述したようにコア層2やクラッド層10に、(紫外線硬化性)樹脂を用いた場合、380nmより短波長の光だと、樹脂による吸収が大きくなるからである。

【0077】特に、紫外線硬化性樹脂は、紫外光を吸収する開始剤を含むため、380nm以下の波長の光を吸収してしまう。そこで、開始剤の混合率を少なく、或いは、弱くして、吸収性を弱めることも考えられるが、このようにすると、紫外線硬化性が弱くなってしまふ。従って、入射光には380nm以上の波長の光を用いるのがよい。

【0078】(C8) 導波光の伝送損失について  
入射光は、コア層2内を導波するうちに、材料による吸収や各層の散乱によって強度が減衰してゆく。このような減衰は、画像品質を劣化させるため、伝送損失はできる限り小さい方がよい。具体的には、伝送損失は-1dB/cmよりも小さいことが必要とされている。

【0079】このため、使用する材料(特に、コア層2)には、使用光源の波長での光の吸収が小さい材料を、光を散乱させる原因となるゴミや異物を排除した上

18

で用いる必要がある。このような樹脂材料に対する条件は、使用波長が短くなるほど厳しくなる。その点、(紫外線硬化性)樹脂剤は、透過することが可能なので有利である。

【0080】(C9) 結像画像について  
結像した散乱光は、CCDカメラによって直接読み出すことができる。CCDカメラは、2次元のデータを一括して読み込むことができるので、データの転送速度が速い。また、CCDカメラは、階調(輝度)を読み取れるため、1つのCCDセル(通常、数μm角の正方形)の輝度を段階的に変えることによって、多値記録が可能となり、高密度化が可能である。

【0081】(C10) 媒体5の形状について  
媒体5の形状については特に問わないが、例えば、クレジットカードのようなカード形状や、CD(コンパクトディスク)や光ディスク、ハードディスクなどのようなディスク形状が考えられる。また、光導波路デバイス単体として用いず、磁気やIC(Integrated Circuit)を用いたカードの中に埋め込んだりして、複合メモリとして用いる方法などもある。

【0082】なお、ディスク形状の媒体5の場合、読み出し機構には、通常のCDの読み出し機構のように高速な回転機構(スピンドルモータなど)は必要無く、低速な回転機構(超音波モータなど)で十分である。これは、媒体5からは、上述したごとくCCDカメラによって2次元のデータを一括して読み取ることができるため、例えば、複数のCCDカメラをディスク形状の媒体5の半径方向に並べておけば、ディスクの1回転で1層分のデータ全てが1度読み出せるためである。

【0083】また、読み出しには、或る程度の光量が必要であるが、高速回転させると、1ピクセルに対応する光量がそれだけ減ってしまうため、十分な光量を得るためには、低速回転が好ましい。従って、媒体5の読み出し機構には、ことさら高速回転機構は必要なく、低速回転機構の方が好ましい。なお、カード形状の媒体5の場合には、上記のような回転機構は不要である。従って、振動に強いので、例えば、携帯型端末のメモリとして使用することも考えられる。

【0084】(C11) 媒体5のその他の利点について  
媒体5は、その積層数に比例して容量を増やすことができる。理論的には、クレジットカードサイズで100ギガバイト程度の大容量ROMとなり得る。また、読み出し時において、媒体5から1つのCCDセルに集まる光は、記録データ面の広い領域から集まるので、例えば、媒体5の1カ所にゴミや異物が載ったり傷が存在したとしても、他の領域からの光でそのCCDセルの情報が読み出せる。即ち、媒体5の記録データ面に付いたゴミや傷の影響を受けにくい。従って、再生時の信頼性に非常に優れており、可搬媒体としての用途にも優れている。

【0085】さらに、媒体5の場合、読み出し機構の小

(11)

特開2001-27714

19

型化が可能である。例えば、カード形状の媒体5で、前述したごとく光を媒体5上から45度面21(22b)で反射して入射する手法を採用した場合、入射光学系は、カードの一方の面側にあり、検出系(CCDカメラなど)も同じ面側に収まる。しかも、カード面積よりも外にはみ出すような機構は不要である。従って、一般に検出系よりも入射光学系の方がサイズ(厚み)が大きくなることから、読み出し機構は、カードサイズで入射光学系分の厚みに抑えられる。

【0086】また、一般の磁気カードなどと異なり、複製が困難なので、偽造防止性にも優れている。なお、本発明は上述した実施形態や上記の記載に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

【0087】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の光メモリ素子によれば、積層されたコア層とクラッド層とがいずれも樹脂製なので、従来のようにフォトリソの露光、現像処理等を用いなくても、コア層とクラッド層との界面に容易に所望形状の凹凸部を形成することが可能になり、これにより、1層分の光メモリ素子を容易に(短時間で)且つ安価に提供することができる(請求項1)。

【0088】また、これにより、積層数に応じた容量をもった光メモリ素子も極めて容易に実現することが可能であり、所望容量の光メモリ素子を容易に且つ安価に実現できる(請求項2)。ここで、上記の樹脂製コア層に、所望の硬化性樹脂材を用いれば、製造時において、極めて容易に、上記凹凸部を形成することが可能になるので、従来よりもさらに簡単且つ安価に光メモリ素子を提供することが可能となる(請求項3)。また、上記の凹凸部の設けられた樹脂製クラッド層にも、同様に、所望の硬化性樹脂材を用いれば、製造時に、このクラッド層を容易に形成することができ、さらに簡単且つ安価に光メモリ素子を提供することができる(請求項4)。

【0089】そして、本発明の光メモリ素子の製造方法によれば、スタンプの転写により凹凸のついたコア層を簡単に形成することができるので、上記の光メモリ素子を極めて容易に製造することができ、これにより、光メモリ素子の大量生産が可能になり、低コスト化が可能になる(請求項5)。また、本発明の光メモリ素子の製造方法によれば、クラッド層として機能する樹脂フィルム層を、クラッド樹脂フィルム剤の塗布・硬化により形成するので、上記(請求項5)と同様の利点に加えて、より短時間でクラッド層の形成を行なうことができるとともに、クラッド層自体の膜厚制御も容易になる。また、クラッドフィルム剤の塗布が可能なのでクラッド層の不純物の除去も容易に行なうことができるので、樹脂フィルム層(クラッド層)の光学特性の均一性が大幅に向上し、所望の光学特性をもった樹脂フィルム層を精度良く

20

形成することができる(請求項6)。

【0090】さらに、本発明の光メモリ素子の製造方法によれば、樹脂製の第1クラッド層と、この第1クラッド層に積層された樹脂製のコア層と、このコア層の表面に設けられた凹凸部とをそなえて成る積層体を複数個用意し、これらの各積層体を、接着後に上記の樹脂製コア層と他の積層体の樹脂製フィルム部材との間に積層された第2クラッド層として機能する接着剤により、積層接着するので、上記と同様の利点が得られるほか、次のような利点も得られる(請求項7)。

【0091】(1)多層構造の大容量の光メモリ素子を極めて容易に製造することができるので、大容量の光メモリ素子の大量生産が可能になり、大容量の光メモリ素子を安価に提供することができる。

(2)積層接着する接着剤が接着後に(第2)クラッド層として機能するので、下記のように予めそのクラッド層を形成しておく場合に比して、光メモリ素子全体の厚みを薄くすることができる。

【0092】ここで、上記の積層体は、例えば、上記請求項5の第1～第4工程により製造することができ、この場合は、上述した利点に加えて、上記の請求項5と同様の利点がさらに得られる(請求項8)。また、上記の積層体は、例えば、上記請求項6の第1～第4工程によっても製造することができ、この場合は、上述した利点に加えて、さらに上記請求項6と同様の利点が得られる(請求項9)。

【0093】さらに、本発明の光メモリ素子の別の製造方法によれば、樹脂製のコア層と、このコア層の両面部に積層された樹脂製のクラッド層と、これらのコア層とクラッド層との界面の一方に設けられた凹凸部とをそなえて成る積層体を複数個用意し、クラッド層と他の積層体の樹脂製フィルム部材とを接着剤により接着して、上記の各積層体を積層するので、単純な接着剤で大容量の光メモリ素子を製造することができ、より簡単且つ安価に大容量の光メモリ素子を実現することができる(請求項10)。

【0094】ここで、上記の積層体は、例えば、上記請求項5の第1～第3工程により製造することができ、この場合は、上述した利点に加えて、上記の請求項5と同様の利点がさらに得られる(請求項11)。また、上記の積層体は、例えば、上記請求項6の第1～第3工程によっても製造することができ、この場合は、上述した利点に加えて、さらに上記請求項6と同様の利点が得られる(請求項12)。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態としての光メモリ素子及びその製造方法を説明するための模式的断面図である。

【図2】本発明の第1実施形態としての光メモリ素子及びその製造方法を説明するための模式的断面図である。

【図3】本発明の第1実施形態としての光メモリ素子及

(12)

特開2001-27714

21

22

びその製造方法を説明するための模式的断面図である。

【図4】本発明の第1実施形態としての光メモリ素子及びその製造方法を説明するための模式的断面図である。

【図5】本発明の第1実施形態としての光メモリ素子及びその製造方法を説明するための模式的断面図である。

【図6】本発明の第1実施形態としての光メモリ素子及びその製造方法を説明するための模式的断面図である。

【図7】本発明の第1実施形態としての光メモリ素子及びその製造方法を説明するための模式的断面図である。

【図8】〈A〉～〈E〉はそれぞれ本発明の第2実施形態としての光メモリ素子及びその製造方法を説明するための模式的断面図である。

【図9】本発明の第2実施形態としての光メモリ素子及びその製造方法を説明するための模式的断面図である。

【図10】本発明の第2実施形態としての光メモリ素子及びその製造方法を説明するための模式的断面図である。

【図11】光メモリ素子の記録パターン及び記録再生原理を説明するための模式図である。

【図12】光メモリ素子の記録パターン及び記録再生原理を説明するための模式図である。

【図13】〈A〉はコア層への光の結合方法（第1態様）を説明するための模式的斜視図。〈B〉は〈A〉のA矢視図である。

【図14】〈A〉はコア層への光の結合方法（第2態様）を説明するための模式的斜視図。〈B〉は〈A〉のB矢視図である。

\*【図15】〈A〉はコア層への光の結合方法（第3態様）を説明するための模式的斜視図。〈B〉は〈A〉のC矢視図である。

【図16】〈A〉はコア層への光の結合方法（第4態様）を説明するための模式的斜視図。〈B〉は〈A〉のD矢視図である。

【図17】図14及び図15に示す方法の利点を説明するための光メモリ素子の模式的断面図である。

【図18】スラブ型光導波路デバイスを用いた光メモリ素子の動作原理を説明するための模式的側面図である。

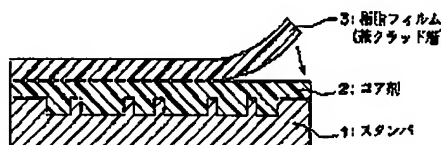
【符号の説明】

- 1 スタンパ
- 2 コア剤（コア層：樹脂製）
- 3 樹脂フィルム（樹脂製フィルム部材：第1クラッド層）
- 3' 樹脂フィルム剤（樹脂フィルム層：（第1）クラッド層）
- 4 クラッド層（第2クラッド層：樹脂製）
- 5 光メモリ素子（媒体）
- 5a, 5d, 5l 光メモリ素子（1層光メモリ（積層体、スラブ型光導波路デバイス、光導波部材））
- 5b, 5c 積層体
- 5A～5D 光メモリ素子（多層光メモリ）
- 6, 7 接着剤（層）
- 20, 21, 22a, 22b 断面
- 23, 23', 24 界面
- \* 30 樹脂保護層

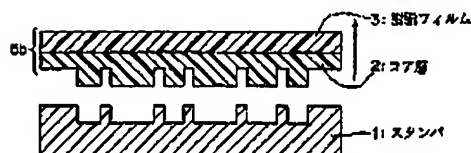
【図1】



【図2】



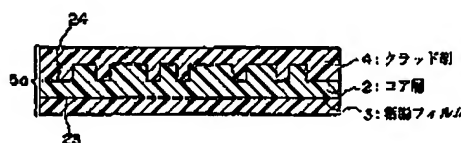
【図3】



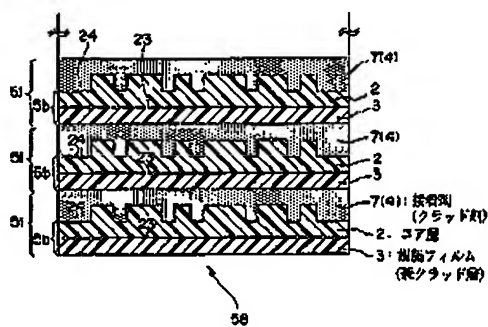
【図4】



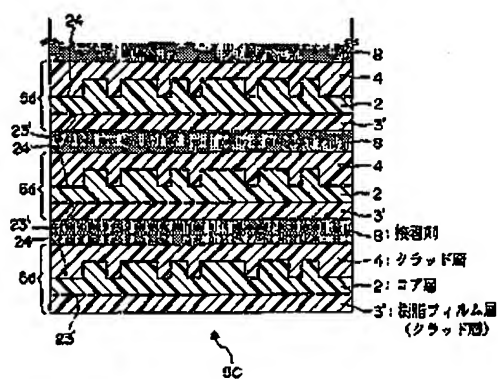
【図5】



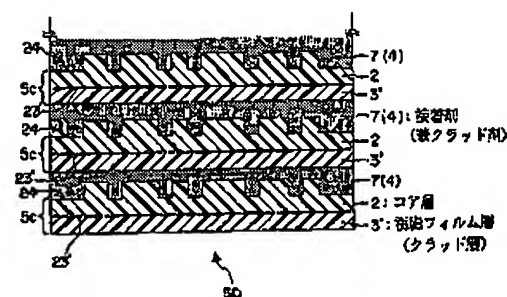
【圖 7】



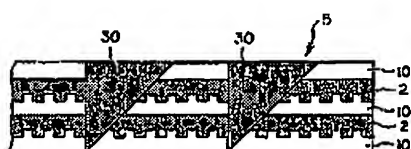
【图9】



【図 10】



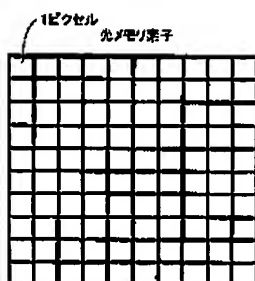
【图 17】



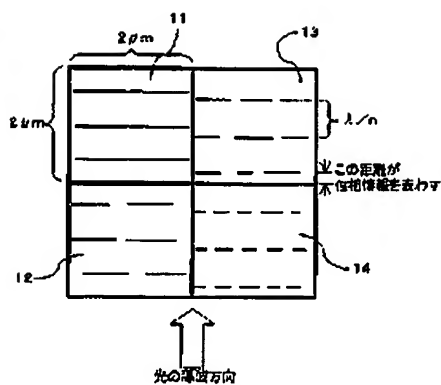
(14)

特開2001-27714

【図11】

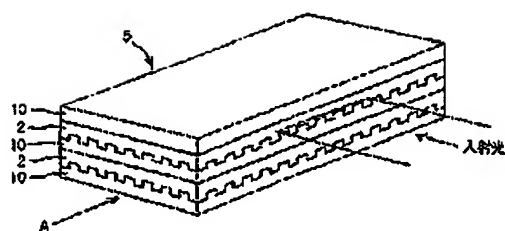


【図12】



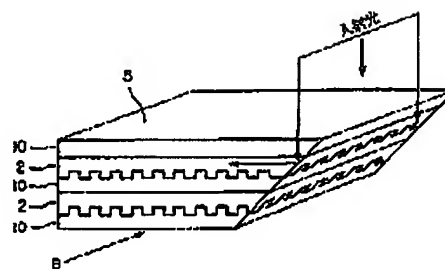
【図13】

(A)

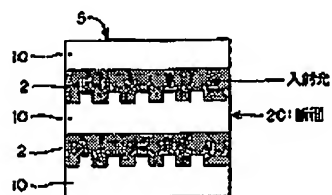


【図14】

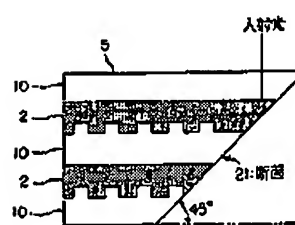
(A)



(B)



(B)

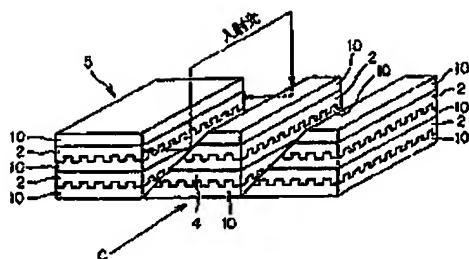


(15)

特開2001-27714

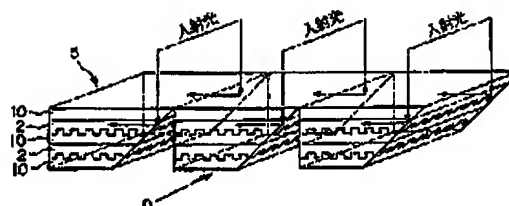
【図15】

(A)

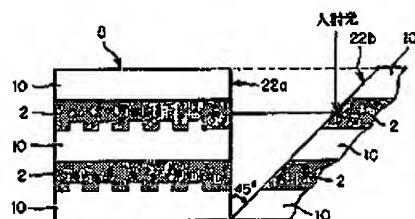


【図16】

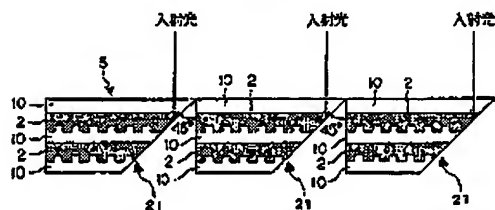
(A)



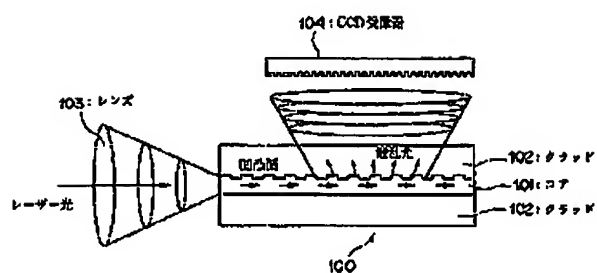
(B)



(B)



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 小林 俊裕  
 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地  
 三菱化学株式会社横浜総合研究所内

(72)発明者 石原 啓  
 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地  
 三菱化学株式会社横浜総合研究所内